

CT
LightSpeed 1-4.X
Theory of Operation

日本語マニュアル

Service Technical Training Gr.

Rev. A 2005 Nov.
Rev. B 2005 Dec.
Rev. C 2005 Dec.
Rev. D 2006 Jan.
Rev. E 2006 Jun.
Rev. F 2006 Jul.
Rev. G 2006 Sep.
Rev. H 2006 Oct.
Rev. I 2007 Jun.

本マニュアルに関して

このマニュアルは、LightSpeed 1~4.X(以下LS1-4.X)の技術的な情報をできるだけわかりやすい形でフィールドサービスの方に提供させていただく事により、LS1~4.Xの基本知識を知っていただき、トラブルシュートの際や、サービス活動終了後のお客様への御報告、又はAS内での勉強会等々に役立てて頂ければと思いから作成いたしました。

と、言いますのも、従来のMKE CTのマニュアルはご存知の様に皆、英文で記載されており、私たちにとって、決してなじみやすいものではなかったからです。

このマニュアルでは、MKE CTである、LS1-4.Xシステムの英文マニュアルの内容に基づいて、そのセオリーに関して、日本語による解説を試みています。

さらに、このマニュアルの特徴としては、CTシステムの動作を機能別に分類し、それらの機能をおおざっぱに説明した後、その機能に関連している各サブシステムとその役割について詳細な説明をしました。

本マニュアルは即座にトラブルシューティングには向かないかもしれませんが、しかしながら、本マニュアルを通じて、LS1-4.Xシステムについて学んでいただく事によって、いろんな場面において皆さんの一助となれば、これ以上の喜びはありません。

なお、本マニュアルではLS1-4.Xシステムに使用されている部品名称、よく使用される英語表記は無理に日本語表記をせず、そのまま用いました。
注釈が必要と思われる英語表記にはカッコ書きで日本語訳(読み方)をつけました。

日本語/英語が合わされた文章となっており、見づらいところがあるかもしれませんがご了承ください。

Produced by Service Technology Dept.
Masaaki Tanigawa
Takahiro Tateoka
Kenji Nagai
Rev.0 2001 Jun
Rev.1 2004 Jun
Rev.2 2005 Jul
Rev.3 2005 Sep
Rev.4 2005 Oct

2005年11月 QXi から LS1~4.Xに内容を変更
Rev.0 2005 Nov. ~

目次

CTシステムの概要

CTシステムの動作概要について

システム 各機能の説明

Gantry control

Table control

CPDU control

X-ray Generation

Data Acquisition

Scan Data Transfer

Image Generation

System Communication

System

System Boot-up

System Resets

Flash Download

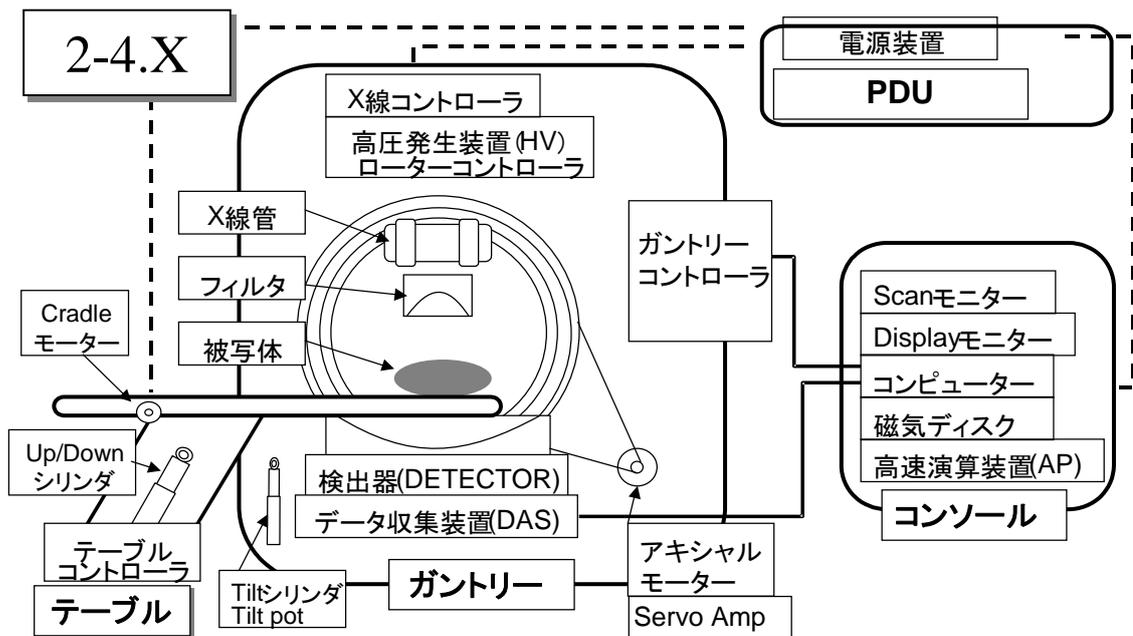
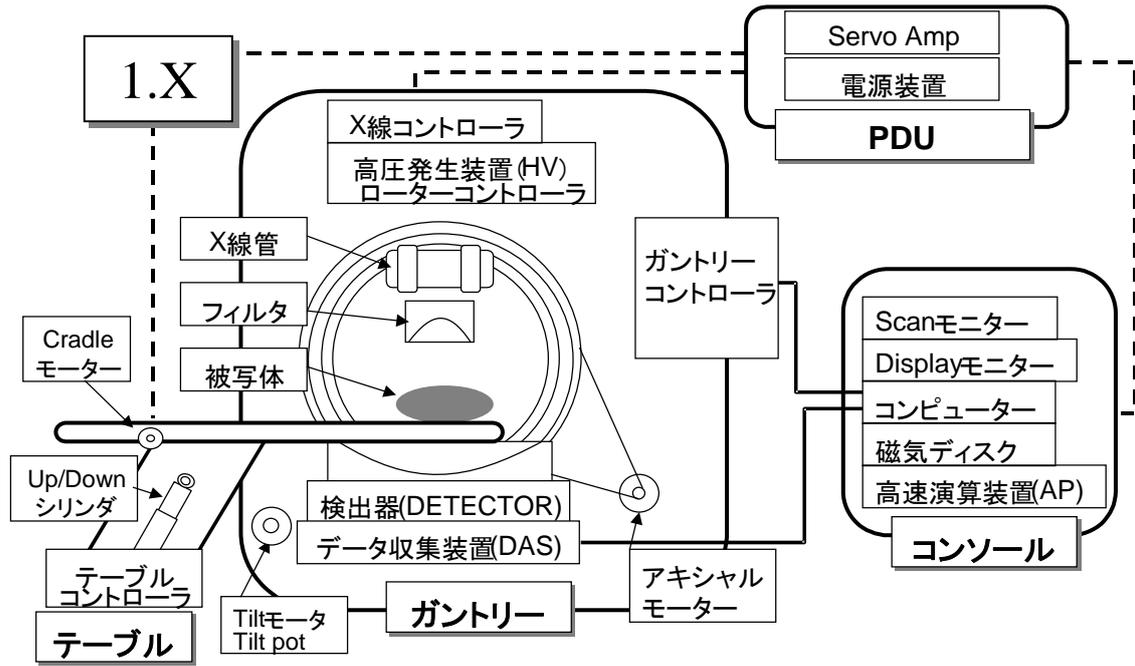
デイリー・メンテナンス

X-Ray Tube Heat Soak(＊) and Seasoning

Characterization

System ID Module

CTシステムの概要



CTシステムは大きく分けて以下の4つのコンポーネントから成り立っています。

- ①Gantry : X線を発生させたり、スキャンデータの収集などの役割を担っています。
- ②Operator Console (略してOC) : OCはオペレータが所望の撮影を行える様、CTシステムを操作する役割を担っています。また、画像の作成/表示を行っています。
- ③Table (テーブル) : 被写体(患者さん)の撮影位置を設定する役割を担っています。
- ④PDU (Power Distribution Unit: 電源分配器) : CTシステムの各コンポーネントに電源を分配/供給する役割を担っています。

以下にCTシステムにおける撮影(スキャン)の大まかな流れを示します。

[スキャンの流れ]

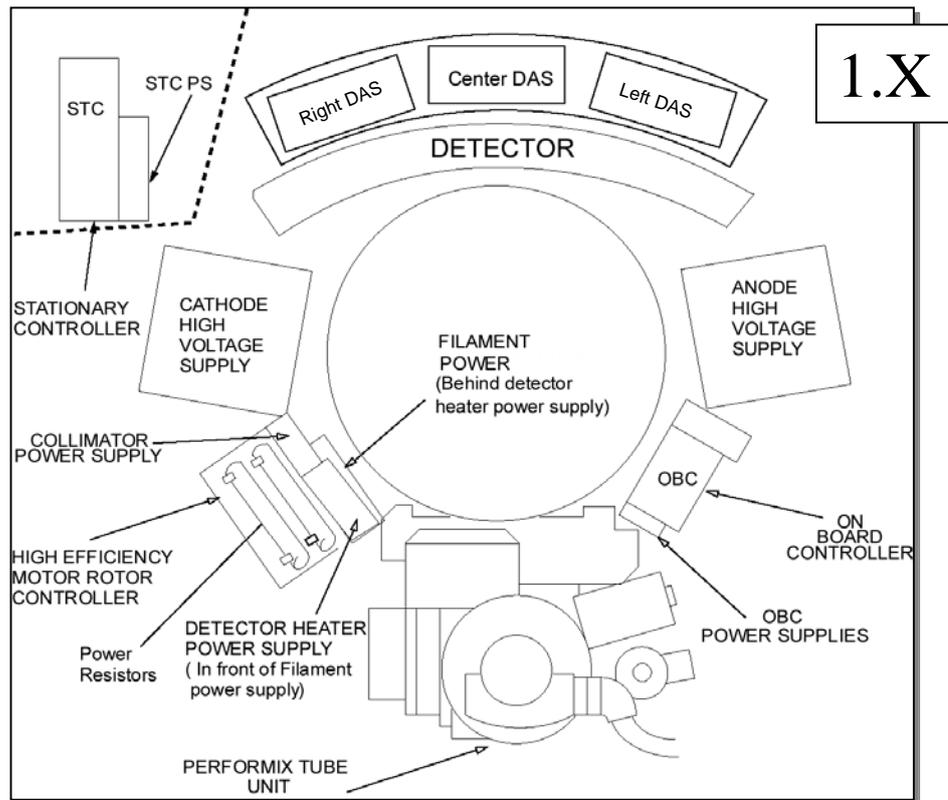
- 被写体(患者さん)の撮影位置をTable位置を操作する事によって調整します。
- ↓
- オペレータはOCにてスキャン条件を設定し、スキャンをスタートさせます。
- ↓
- X線を照射させる為、PDUは高電圧をGantryに供給します。
- ↓
- Gantry内のX線発生装置は高電圧とX線発生命令に受け、X線TubeよりX線が出力されます。また、Axialスキャンの場合にはGantryは回転します。
- ↓
- X線は被写体(患者さん)に照射されます。
- ↓
- 透過X線信号は検出器/データ収集器によって収集、Digital信号に変換されます。
- ↓
- このDigital信号はオペレータコンソール内の画像再構成用計算機へ送られます。
- ↓
- 計算機ではCT画像の作成を行います。
- ↓
- 作成されたCT画像は画像表示部に送られ、モニタに表示されます。
- ↓
- こうしてオペレータはCT画像を見る事ができます。

本マニュアルではCTシステムの動作を機能別に分けて、各々における動作概要、主な関連部品について説明しています。本マニュアルで取り上げた機能は以下のとおりです。

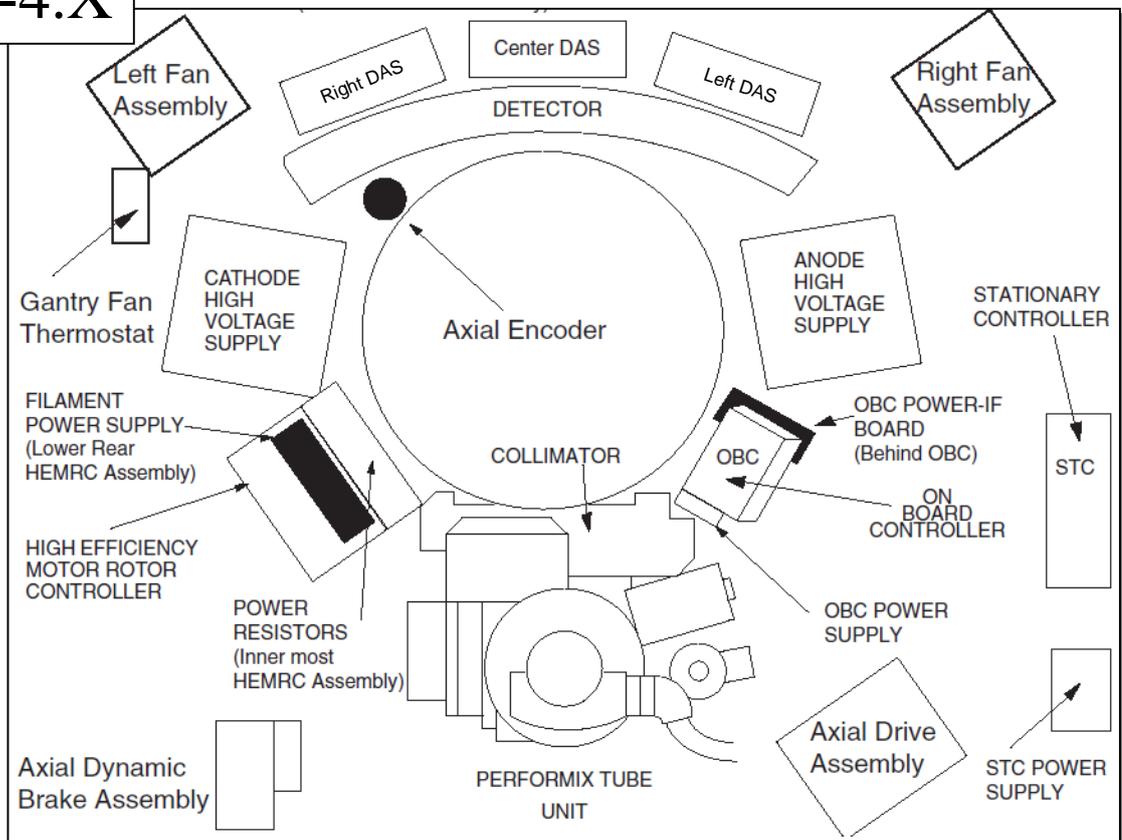
- | | |
|-----------------------|--------------------|
| •Gantry control | (ガントリー内での各種コントロール) |
| •Table control | (テーブル内での各種コントロール) |
| •C or G PDU control | (各種電源電圧の生成/コントロール) |
| •X-ray Generation | (X線照射) |
| •Data Acquisition | (スキャンデータの収集) |
| •Scan Data Transfer | (収集されたスキャンデータの転送) |
| •Image Generation | (OC内での画像再構成) |
| •System Communication | (各コンポーネント間の通信) |

Gantry Control

Gantry内は大きく分けて固定部と回転部に分けられます。



2-4.X



Gantry回転部はいろんなアセンブリによって構成させており、またその働きも以下に示す様にさまざまです。

- 高電圧の発生 (X-ray Generation)
- Tube Rotorのコントロール (X-ray Generation)
- Tube Filament電流/ 管電流(mA)のコントロール (X-ray Generation)
- Detector/DASによるスキャンデータの収集 (Data Acquisition)
- Collimator/Bowtie Filterのコントロール (Data Acquisition)

よってGantry回転部は各々の機能別(カッコ書きの各項目)で触れる事とし、この章ではGantry固定部に焦点を当てて説明します。

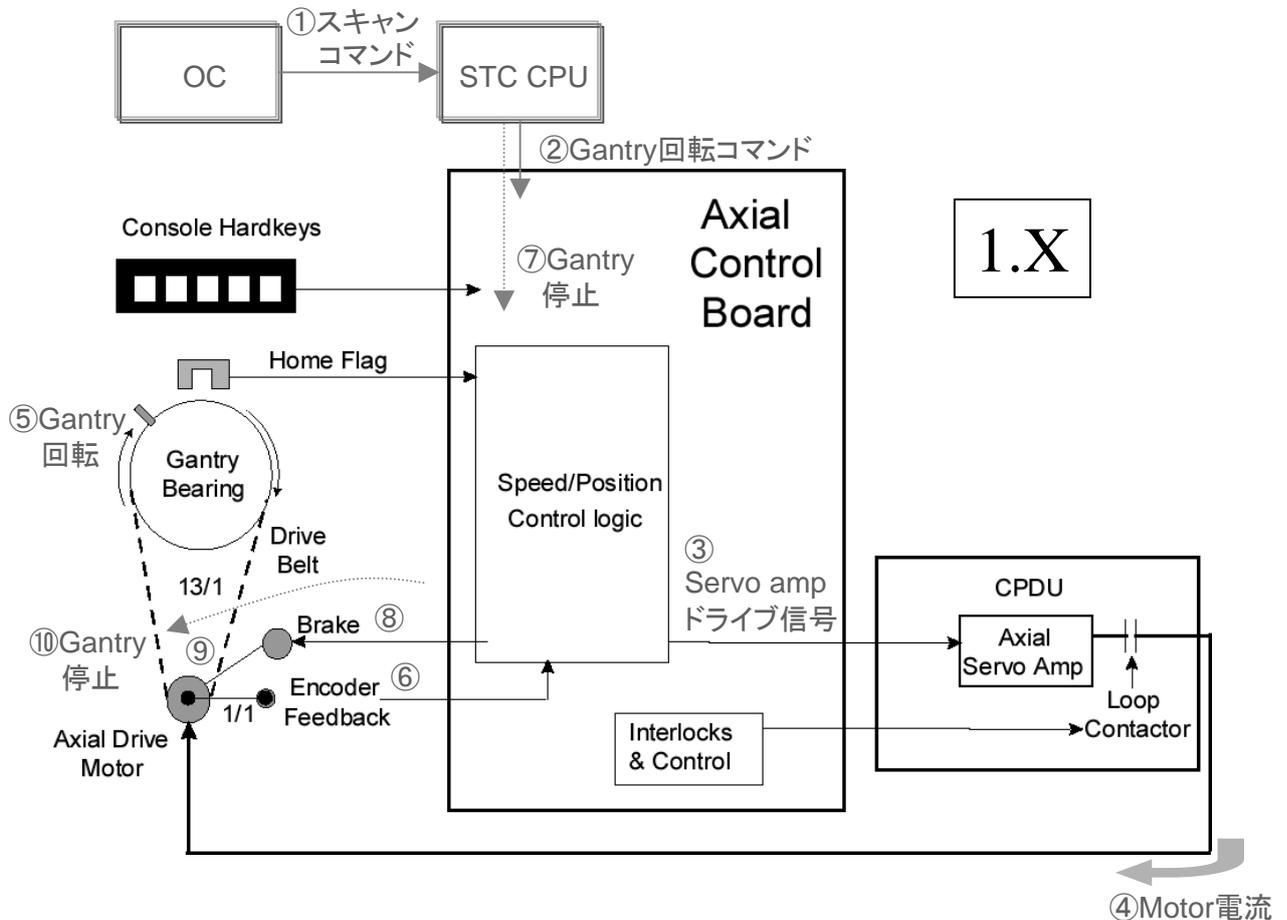
<Gantry固定部の動作概要>

Gantry固定部の各種コントロールはSTC Assyが担当し 主に以下の役割を担っています。

- (a) Gantry回転制御
- (b) タイミングトリガであるDAS Triggerの生成
- (c) スキャンstart/stopのコントロール経路
- (d) Gantry Ambient 温度コントロール(2~4.X)
- (e) X-ray exposure command (X線照射ON/OFF命令)の生成
- (f) OC, Table, Gantry回転部との各種信号の通信

(a)Gantry回転制御について

以下にGantry回転制御系のブロック図を示します。



Gantry回転/停止の基本動作を次ページにまとめます。

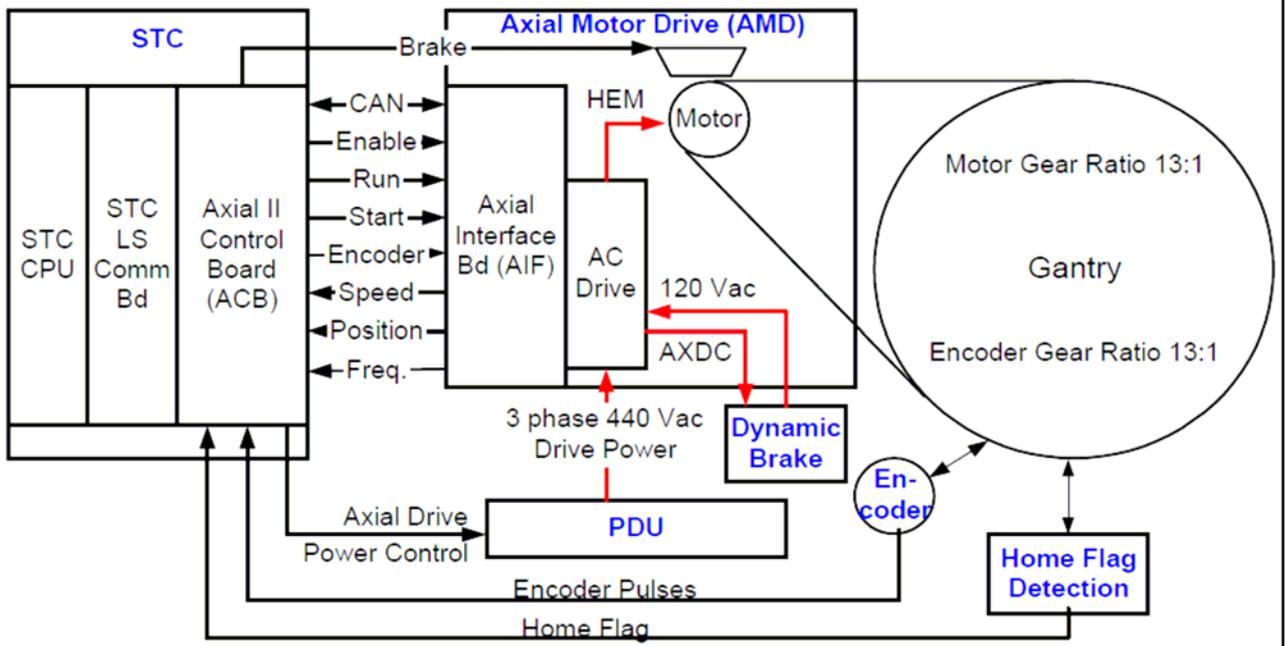
[Gantry回転/停止動作]

- ①OCからスキャンコマンド(命令)信号がSTC CPU Boardへ入力されます。
- ②STC CPUは受け取ったスキャンコマンドから回転に必要な信号をAxial Control Bdへ送ります。
- ③この信号に従って、Axial Control BoardはAxial Servo Ampへ回転を命じます。
- ④Axial Servo AmpはGantryの回転速度設定に見合った電流をAxial Drive motorへ供給します。
- ⑤Axial Drive motor によってGantryが回転します。
- ⑥Gantry回転中、Axial Drive motorに接続のEncoderからパルスがAxial Control Board へフィードバックされます。このフィードバックによってAxial Control BoardはGantry回転 をモニタリングし、Axial Drive motorへの電流を調整し、回転を一定にコントロールします。
- ⑦スキャンが終了すると、STC CPUはAxial Control Boardへブレーキを命令します。
- ⑧これに従い、Axial Control BoardはAxial Drive motorへ回転停止信号を与えます。(Axial Brake)
- ⑨Axial motor brakeはAxial Drive motorに対し、Gantryが停止するまでにブレーキをかけます。
- ⑩Gantryは決まった位置で停止します。

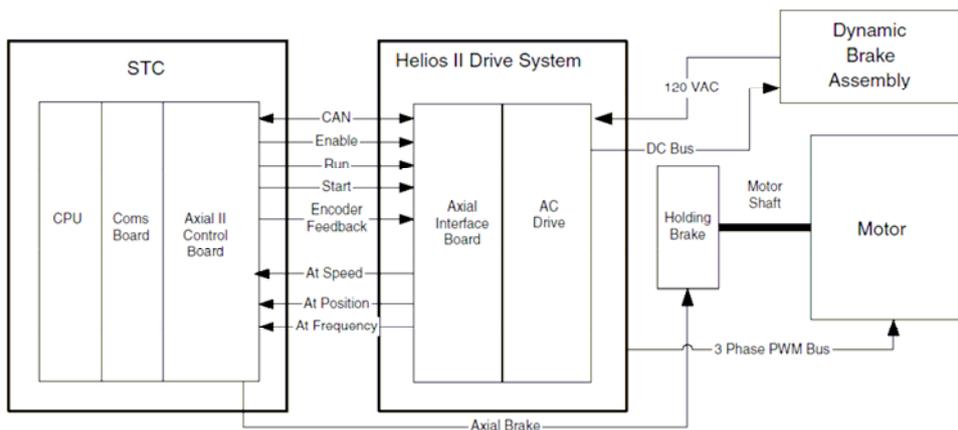
Gantry内で作業をする際の安全性確保の為に PDU内にLoop contactorが存在し以下の条件の時は Loop contactorはオープンになり、Gantryは回転しません。

- Gantryフロントカバーが開いている時(1.Xのみ)
- Gantry内のAxial Enable/Disable switchが OFF (Disable)になっている時
- ガントリー内の3時と9時方向に在るタッチセンサーが動作した時(2-4.X)

"Encoder C"パルスは、Home FlagがONの間に同時にONになり、そして回転中のガントリーポジションが正しいことを回転毎確認します、また、Home Flagは、Over-speed検出のためにも使用されます。
 "Encoder C"パルスは 1回転で 13回発生し、"Encoder A & B"パルスは、ガントリー回転方向を検出します。

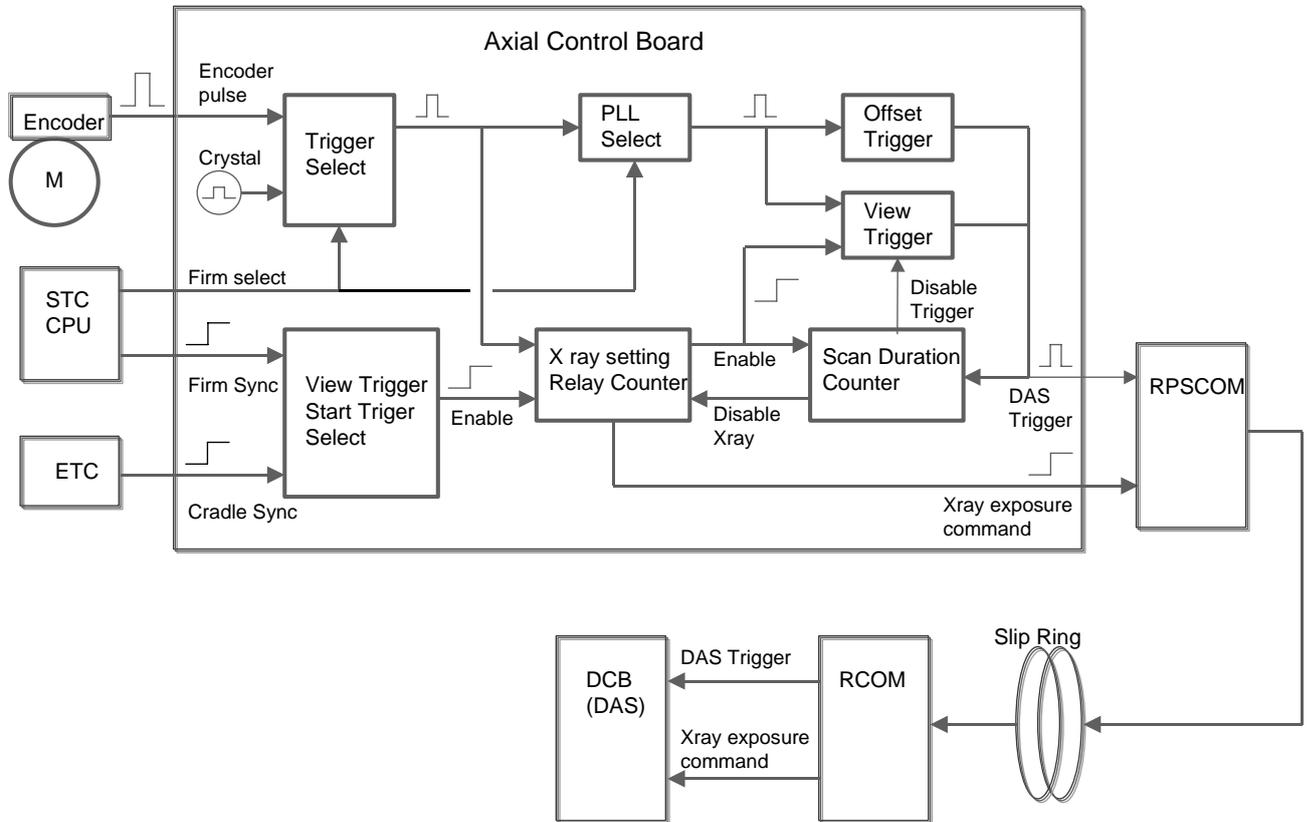


2-4.X



(b) DAS Triggerの生成について

DAS Triggerはデータ収集タイミング信号です。DAS (Data Acquisition System) に入力され、DASはこの信号を元にスキャンデータのサンプリングを実行します。以下にDAS Triggerの生成回路のブロック図を示します。



DAS TriggerはAxial Control Board上で生成されて、Slip Ringを通してDAS DCBへ入力されています。
大きく分けて2種類のTriggerがあります。

- Offset Trigger = X線を出す前のデータ(Offsetデータ)を収集する時のTrigger
- View Trigger = X線を出している時のデータを収集する時のTrigger

また、DAS Triggerを生成する際にスキャンの種類によって、DAS Triggerの基準パルスが以下の様に異なります。

- Axial/Helical/Cineスキャン時 →Axial Drive motorのencoderパルスが基準
- scout/stayスキャン時 →Axial Control Board内の発振器が基準

Scout/Helicalスキャン時はDAS Triggerのスタートタイミングを調整する為にcradleからの信号に同期化されます。

なお、DAS Trigger数はスキャンの種類によって予めトリガ数が決まっています。よって、スキャン中は、実際のDAS Triggerの数をカウントして(上図のScan Duration Counter)、そのスキャンにおける『あるべきトリガ数』になった時点でDAS Triggerの出力を停止し、スキャンを終了させています。

さて、LS1～4.Xシステムでは1.0secスキャン時間において1スキャン(1回転)中に984回のデータサンプリングを行っています。(ここでの1スキャンとは X線照射時の事とします。) DAS Triggerはデータサンプリングの基準トリガですから、そのトリガ数は1スキャン中のデータサンプリング数と基本的に同じとなります。つまり、1.0secスキャンにおいて984 DAS Triggerとなっています。よって、DAS Trigger周期は 984 Hz となります。

LS1～4.Xシステムの各スキャンにおけるDAS Trigger周期は以下の様になっています。

•1.0/2.0/3.0/4.0sec時	984Hz
•0.8sec時	1230Hz
•scout scan時	550Hz = 1.X, Variable = 2-4.X

ここで、1.0/2.0/3.0/4.0sec時で DAS Trigger周期は同じとなっていますが、DAS Trigger数は各々のスキャン時間で異なっている事に注意しましょう。

1.0sec時では984 DAS Trigger
 2.0sec時では1.0sec時の2倍のDAS Trigger、つまり1968 DAS Trigger
 4.0sec時では1.0sec時の4倍のDAS Trigger、つまり3936 DAS Trigger
 となっています。

DAS Trigger数 = 1スキャンあたりのデータサンプリング数なので各々のスキャン時間では

1.0sec時には1スキャン(回転)中に984データ数
2.0sec時には1スキャン(回転)中に1968データ数
4.0sec時には1スキャン(回転)中に3936データ数

なお、CTでは1スキャン中にデータサンプリングする回数をview(ビュー)という単位を使って表わします。これを使って上記の表現を改めると、

1.0sec時には1スキャン(回転)中に984viewのデータ
2.0sec時には1スキャン(回転)中に1968viewのデータ
4.0sec時には1スキャン(回転)中に3936viewのデータ

をサンプリングしているという事になります。

因みに 2.X以降の1秒以下の場合には DAS Triggerの周波数を変動させて以下の様になります。

SCAN SPEED	VIEWS PER GANTRY ROTATION
Scout	Variable
0.5 sec	704 views
0.6	840
0.7	980
0.8	984
0.9	981
1.0	984
1.5	1968
2.0	1968
3.0	2952
4.0	3936

この様にして収集されたデータを使用してCT画像は作成されます。

さて、ここでひとつ知っておきたい事があります。

それは、CT画像は1.0/2.0/4.0sec どのスキャン時間でも984view分のデータを使用して作成しているという事です。

前ページでも書きました様に、各スキャン時間でのview数(1回転中のデータサンプル数)は

- 1.0sec → 984view
- 2.0sec → 1968view (984viewの2倍)
- 4.0sec → 3936view(984viewの4倍)

となっています。

1.0secスキャンの場合には、何も考える事なく、収集したデータをそのまま使用してCT画像を計算、作成していますが、2.0/4.0secスキャン時ではviewの圧縮を行っています。

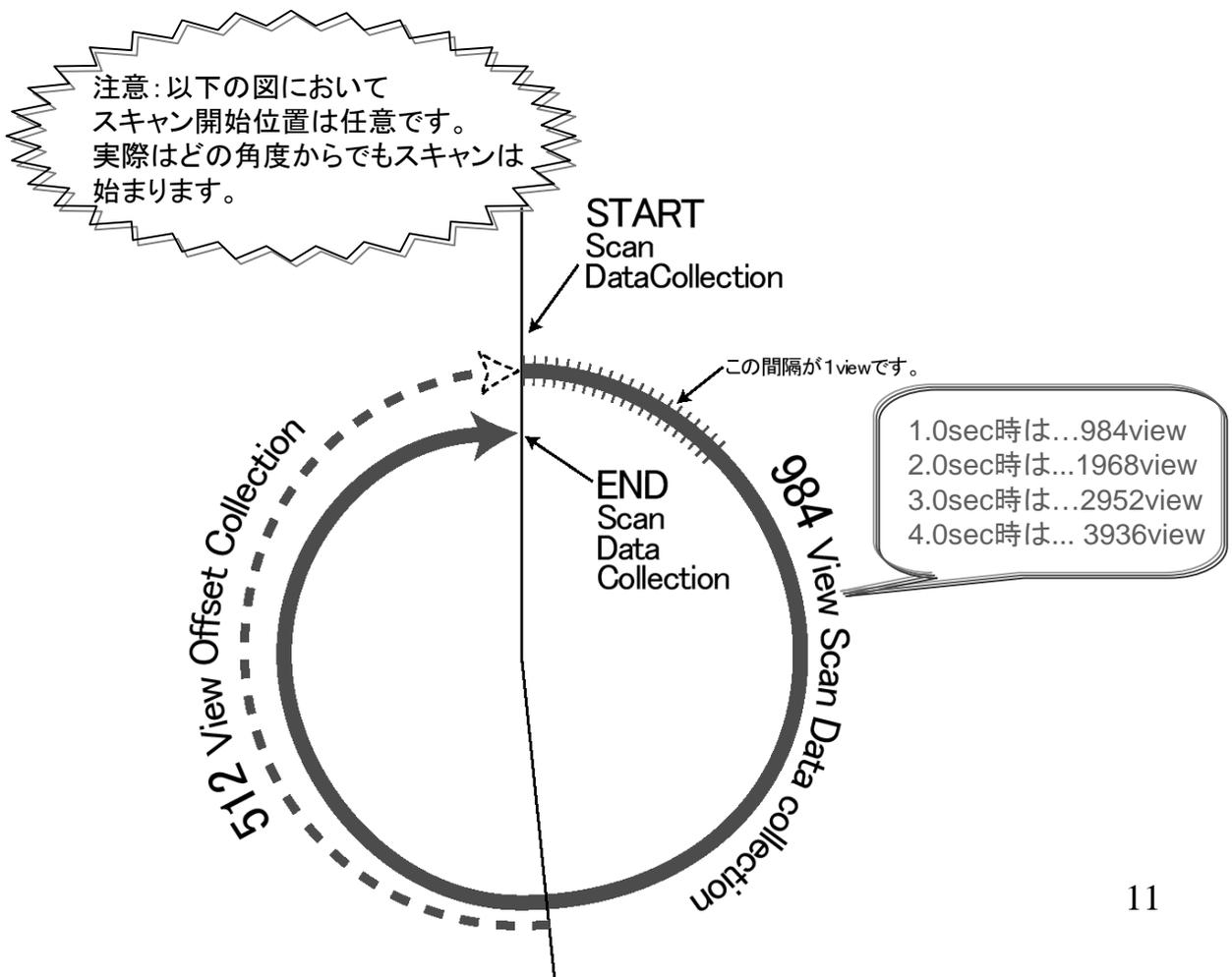
つまり、

- 2.0secスキャン時の画像作成では→ 収集したviewデータを1/2
- 4.0secスキャン時の画像作成では→収集したviewデータを 1/4

に圧縮しています。(984view分のデータとしている)

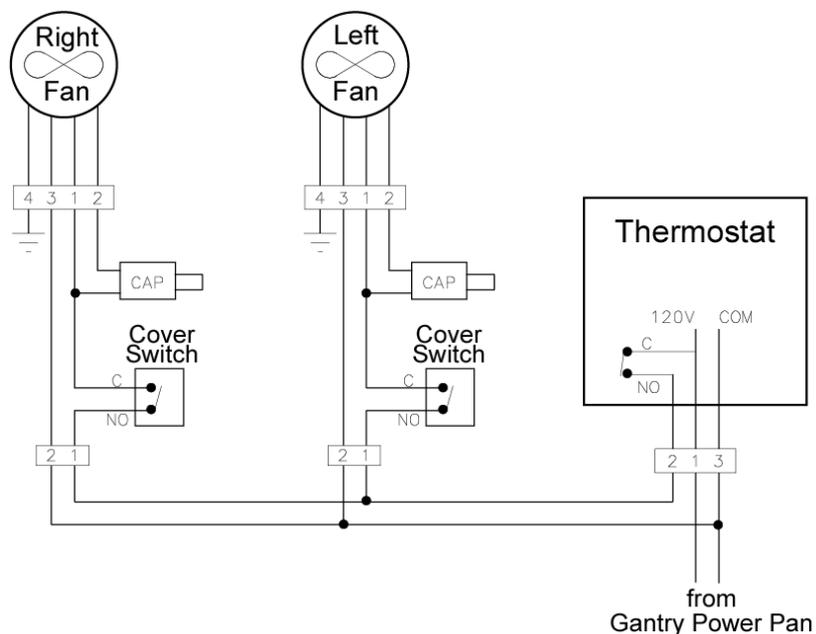
この事をview compression (ビュー コンプレッション)と呼んでいます。
この処理はSRU内SDC Boardにて行われています。

あと、これは参考ですが、Offsetスキャン時のview数はどのスキャン時間においても512viewとなっています、以下に概念図をのせました。参照してください。



(c) Gantry Ambient 温度コントロール(2-4.X)

Gantry内の温度は ガントリの9時方向に付いているThermostatで天板のFanをコントロールして調整しています。



(d) スキャンstart/stopのコントロール経路について

オペレータがkeyboard上でスキャンstart/stopを実行した時、そのコントロール信号がAxial Control Boardを経由してSTC CPUへ送信されます。これにより、スキャンのstart/stopが実行されます。なお、このkeyboard - STC CPU間の信号経路はAutovoice時も使用されています。

(e) X-ray exposure command (X線照射ON/OFF命令)の出力について

X-ray exposure commandとは、その名のとおりX線照射ON/OFF時に使用されているコマンド信号です。この信号はAxial Control BoardからSlip Ringを経由してOBC Assy内のkV Control Boardへ入力されます。これにより、kV Control BoardはX線を発生させる為に必要な高電圧の制御を実行します。X線発生メカニズムについては後述の『X ray Generation』でより詳しく説明します。

(f) OC, Table, Gantry回転部との各種信号の通信について

これについては『System Communication』を参照してください。

<主な関連部品>

ここではGantry固定部：STC Assyの主要部品を示します。

•STC CPU Board

STC Assy内の各Boardのコントロールを行っています。

また、SBC (O2 lessではHost OC(Octane)) とLAN通信により各種信号の送受信を行っています。

このBoardはOBC CPU Board, ETC CPU Boardと同じもので、Board上のDip switchの設定を変更する事によりSTC,OBC,ETCそれぞれの仕様となります。

なお、このBoardを交換した時にはFlash downloadが必要です。

•Axial Control Board

STC CPU Boardのコントロール下においてGantry回転系のコントロールを司っています。

また、DAS Trigger、X-ray exposure ON/OFF信号を生成しています。

•RPSCOM Board(1.X) LSCOM(2~4.X)

Slip Ringを介したTAXI通信によりGantry回転側と各種信号の送受信を行っています。

この通信はSTC CPU Boardのコントロール下において実行されます。

通信の詳細は『System Communication』の項を参照してください。

•Backplane Board

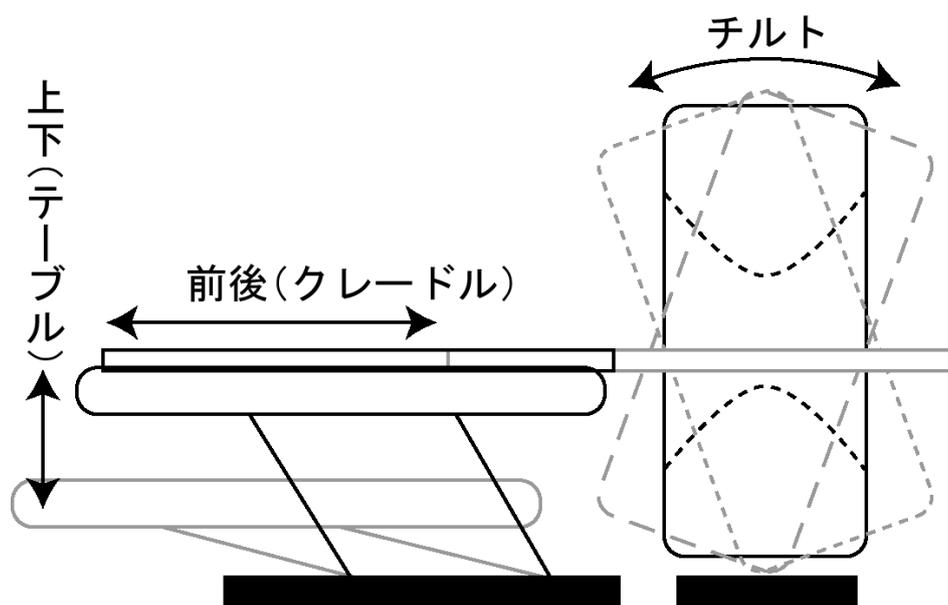
STC CPU, Axial Control, RPSCOM or LSCOM 各BoardがセットされるMother Boardです。

各BoardはこのBoard上でVME bus通信にて、各種信号を送受信させています。

Table Control

Tableに関するすべての動作はETC CPU BoardおよびETC Boardのコントロール下で実行されています。(ETC = Enhanced Table Control)
Gantryカバー上には以下の操作ボタンが設置されており、オペレータはTable/Gantryにおいて以下の操作を行う事ができます。

- Table Up/Down
- Cradle move In/Out
- landmark positionの決定
- Gantry Tilt



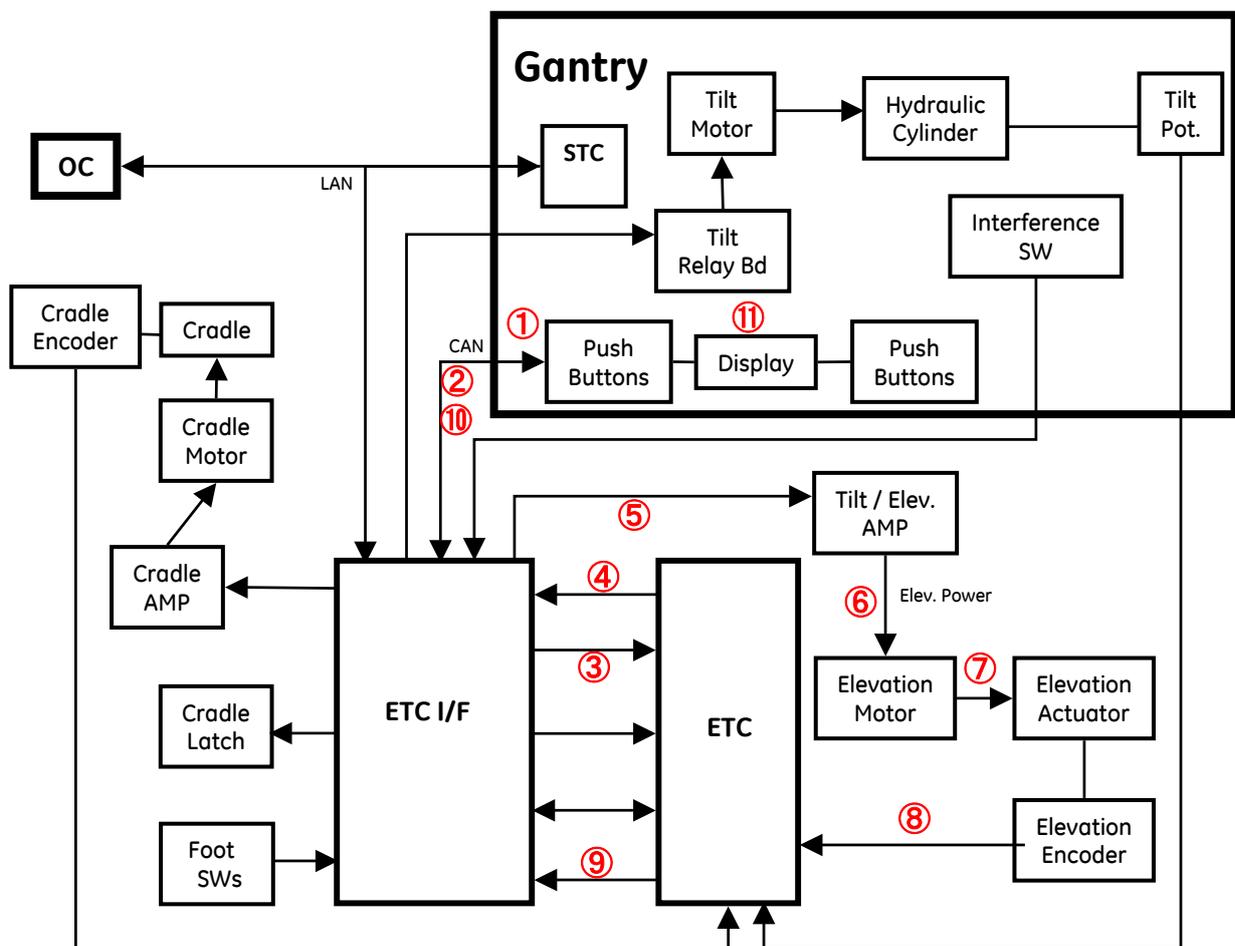
各ボタンを押す事によってETC Boardはそれに応じた信号を受け、動作を開始させます。
各々の動作はボタンを押している間、続きます。
ETC BoardはETC CPU Boardを通じてOCからソフト、スキャンパラメータ、fail信号を受け取っています。ETC CPU – OC間はLANIによって通信が行われています。

ここではETC Boardの主な機能の下記 ①～④の機能について、さらに見ていく事にします。

- ①Table Up/Down
- ②Cradle move
- ③Gantry Tilt
- ④Gantry Display

① Table up/downについて

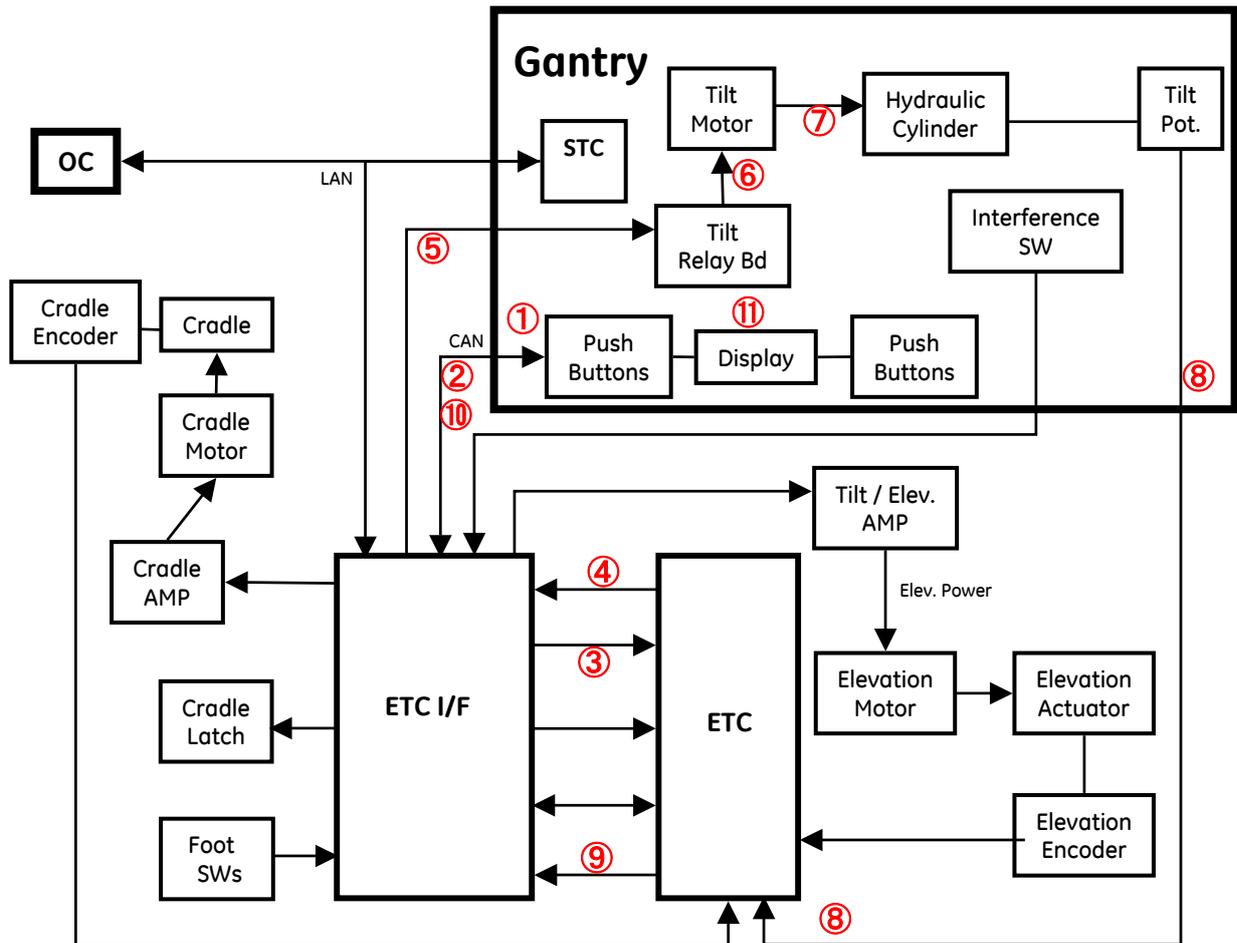
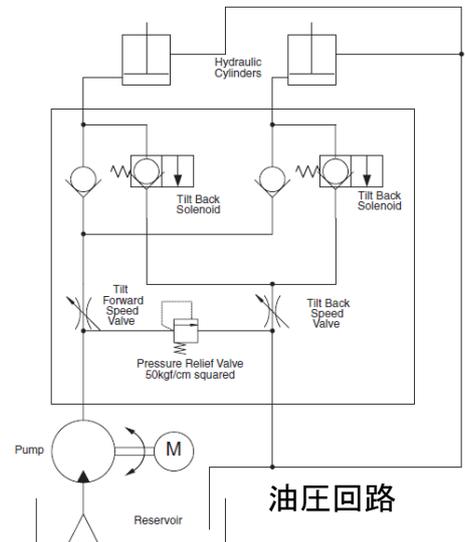
- ① Gantry上のUp/Downボタンを押します。(またはFoot SWを使用する)
- ② その信号はCANを経由してETC I/Fに送られます。
- ③ ETC I/Fはその信号をETCに送ります。
- ④ ETCは、velocity, direction, acceleration, and position signals をETC I/Fに送ります。
- ⑤ ETC I/Fは、Control signal をCradle Ampに送ります。
- ⑥ Elevation/Tilt Ampは、3-phase Pulse Width Modulated voltage (17KHz) をCradle elevation motorに送ります。
- ⑦ Elevation Motorは、Elevation actuator を駆動し Tableは Up or Down します。
- ⑧ 6:1 ギア比で取り付けられたEncoderからのPosition feedback は、ETCへ送られます。
- ⑨ ETCは、Position information をETC I/Fへ送ります。
- ⑩ ETC I/Fは Position information をCAN経由でGantry displayへ送ります。
- ⑪ Gantry displayは、Table elevation positionを表示します。



② Gantry tilt

Gantryは 0.5° ステップで、最大±30° Tiltさせる事ができ、Tilt速度は1° /1secです。

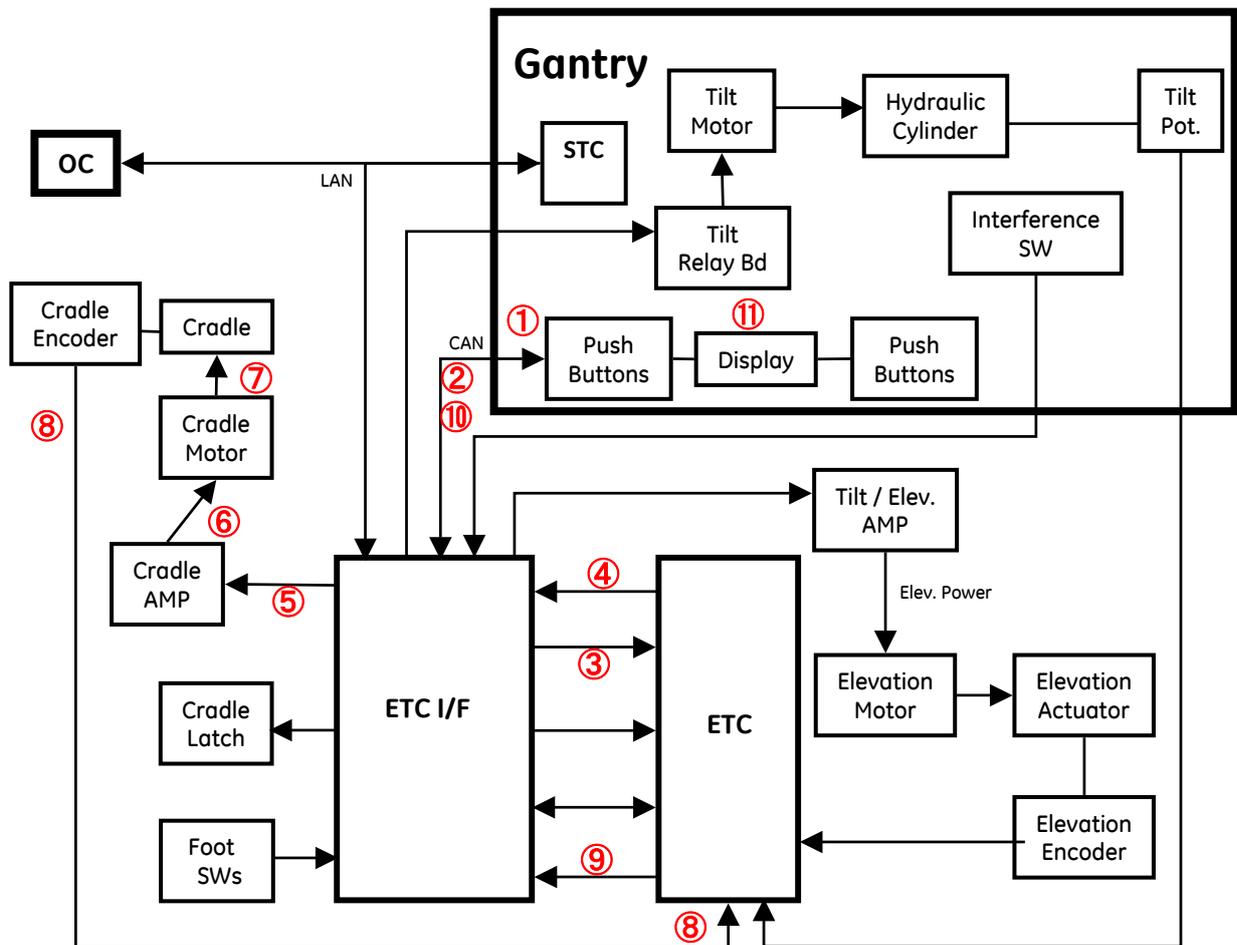
- ① Gantry上のTilt Forward/Backward を押します。
(Remote tiltの場合はSCIMから)
- ② その信号は CANを経由して ETC に送られます。
(Remote tiltの場合はSTCから)
- ③ ETC I/Fはその信号を ETCに送ります。
- ④ ETCは、Tilt signalsをETC I/Fに送ります。
- ⑤ ETC I/Fは、Control signals を Tilt Relay Bdに送ります。
- ⑥ Tilt Relay Bd は、Hydraulic Tilt Motorを動作させます。
- ⑦ Tilt Motor は Hydraulic cylindersにオイルを送り Gantryを傾けます。
- ⑧ Tilt Pot.(5 turn)から Position feedback が ETC へ送られます。
- ⑨ ETC は、Tilt informationを ETC I/F に送ります。
- ⑩ ETC I/F は Tilt information を CAN経由でGantry display へ送ります。
- ⑪ Gantry display は、Tilt positionを表示します。



③ Cradle move

Scout/HelicalなどCradleを動かしながら行うスキャンの場合、ETC BoardはOCから送られてくるスキャンパラメータ(オペレータが設定した値)を受け取り、その情報によってCradleを自動的に動かします。

- ① Gantry上のCradle In/Out を押します。(Remote の場合はSCIMから)
- ② その信号は CANを経由して ETC に送られます。(Remote tiltの場合はSTCから)
- ③ ETC I/Fはその信号を ETCに送ります。
- ④ ETCは、velocity, direction, acceleration, and position signals を ETC I/Fに送ります。
- ⑤ ETC I/F は、Control signals を Cradle Ampに送ります。
- ⑥ Cradle Amp は、3-phase Pulse Width Modulated voltage (17KHz) をCradle motorに送ります。
- ⑦ Cradle Motor は、Drive roller を回して Cradleを動かします。
- ⑧ Direction と Speed の feedbackは、Encoderから ETC へ送られます。
また Potentiometer(10-turn)は Cable とSpool によってCradleに取り付けられています。
Cradle encoder の出力は Cradleが1mm動くとき約10 pulseで、Cradleの動作範囲で8回転します。
- ⑨ ETCは、Position information をETC I/Fに送ります。
- ⑩ ETC I/F は、Position information を CAN経由で Gantry displayへ送ります。
- ⑪ Gantry display は Cradle positionを表示します。



④Gantry Display

Gantryカバー上側にはTilt角度、Table高さ、Cradle位置、Table/Gantry limitを表示させる為にGantry Displayがあり、全ての表示はETC Boardによってコントロールされています。

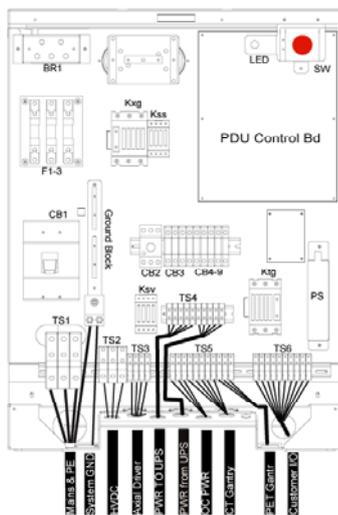
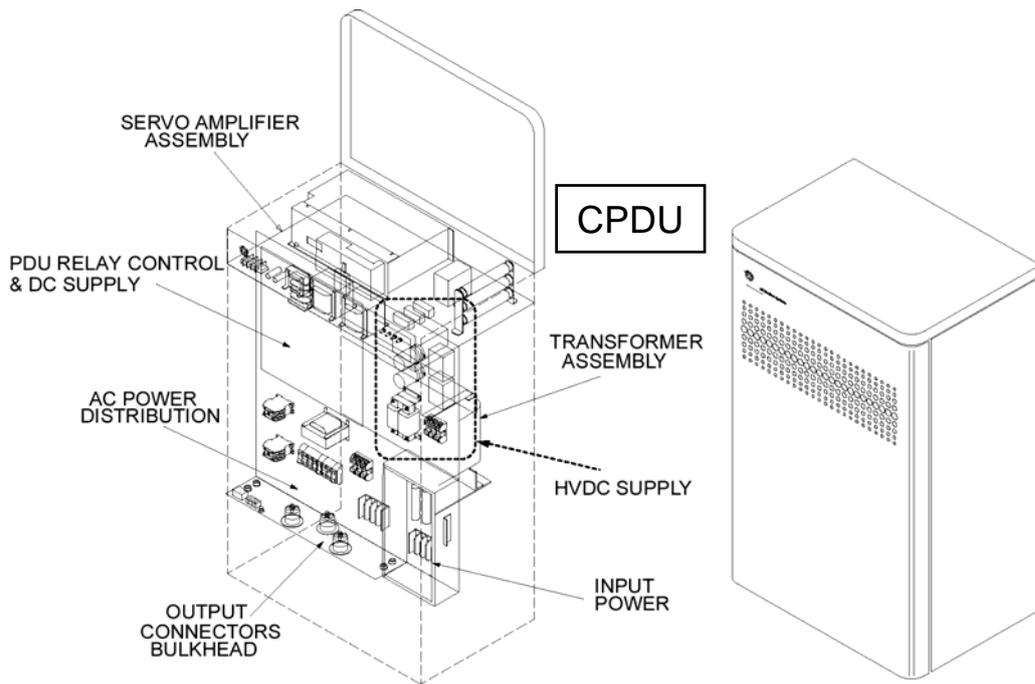
QX/i (1.X)Tableとの違い

- ETC I/F Boardが無いです。
 - 全ての信号は ETC Boardがコントロールします。
- CANが無いです。
 - Gantry display と Control panels も ETC Boardがコントロールします。
- Tilt relay boardが無いです。
 - Tiltは DCモーターによるチェーン駆動で Elevation/Tilt ampが担当しています。

<主な関連部品>

- ETC Board (Enhanced Table Control)
ETC CPU Boardと共にTable/Gantry Tiltを動作させるためのコントロールを行っています。
- ETC CPU Board
Table/Gantry Tiltを動作させるためのコントロールを行っています。
SBC (O2 lessではHost) とLAN通信により各種信号の送受信を行っています。
このBoardはSTC CPU Board, OBC CPU Boardと同じもので、Board上のDip switchの設定を変更する事によりSTC,OBC,ETCそれぞれの仕様となります。
なお、このBoardを交換した時は Flash downloadが必要です。
- Elevation/Tilt Amp
Table Up/Down用のMotor(Elevation Motor)とGantry Tilt用のMotor(Tilt Motor)をドライブしています。
- Elevation Actuator
Elevation Motorを含んでおり、実際にTableを可動させています。
- Tilt Motor
GantryをTilt機構を駆動します。
- Gantry Display
Table, Gantryに関わるステータス情報が表示されています。
- Gantry Control Panel
オペレータがTable(Cradle)/Gantry Tiltを設定する時に使用するコントロール用パネルです。

PDU control



NGPDU

PDUとはPower Distribution Unit の略です。
 PDUの役割はその名前の通り、CTシステムの各コンポーネントへ電源を分配する事です。
 病院の分電盤より電源がPDU内へ入力され、CTシステムに必要なAC/DC電源電圧を生成、
 分配しています。

LightSpeedで使用されているのは以下の3種類です。

- CPDU(Compact PDU)for QXi (Axial Servo ampを内蔵している)
- CPDU(Compact PDU)for H2以降Gantry (Axial Servo ampを内蔵していない)
- NGPDU(New Global PDU)

PDUの主な役割としては、

- ①各コンポーネントへの電源供給
- ②X-ray Tube用の700Vdc (HVDC)生成/供給
- ③System Interlock
- ④Gantry回転用Servo ampの内蔵(QXi だけです。)

が挙げられます。

①各コンポーネントへの電源供給について

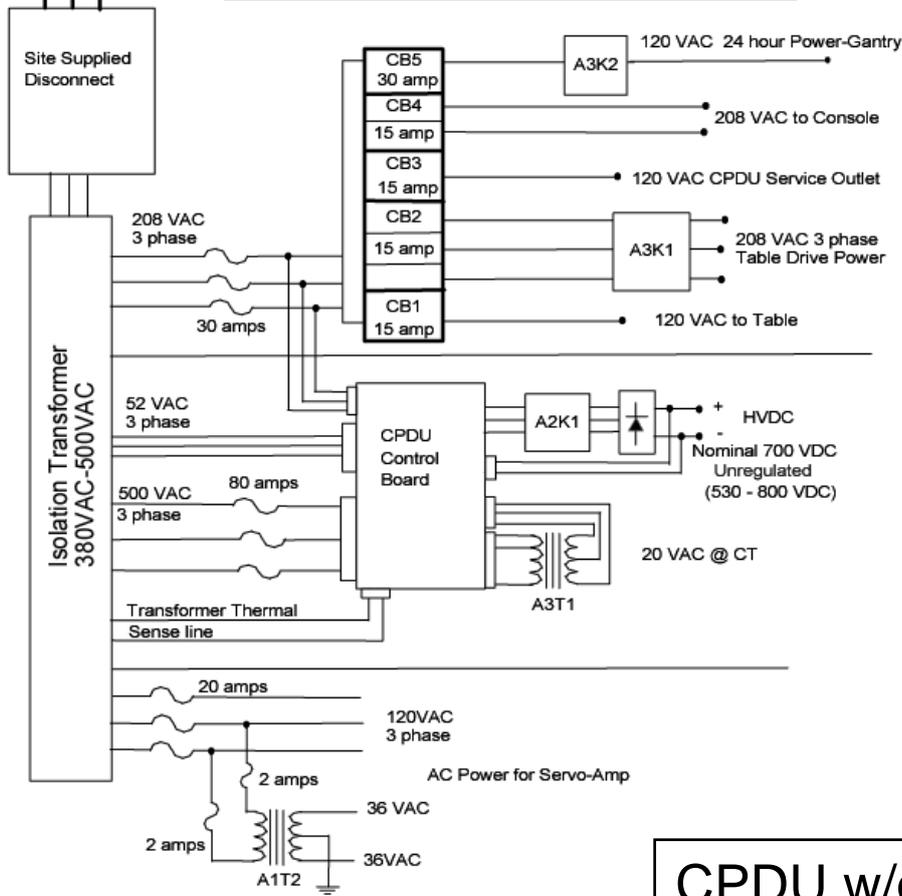
PDUはGantry, Table, OC 各々のコンポーネントへ電源を供給しています。
各コンポーネントへ供給されている電源を以下にまとめます。

CPDU	電源ライン名	役割
Gantry	120Vac 24hr Gantry Pwr	DASなど24時間通電されているアSEMBリの電源
	700Vdc(HVDC) To Slip Ring	Rotor回転、高電圧生成用電源
	700/EXP Enable 24V	Interlock用電源
	Axial Drive Power	Gantry Axial Servo motor用電源(3φ440Vac)
Table	120Vac 24hr Table Pwr	24時間通電用電源
	3φ208Vac To Table	Table Elevation/Gantry Tilt用電源
OC	120Vac To Console	OC用電源

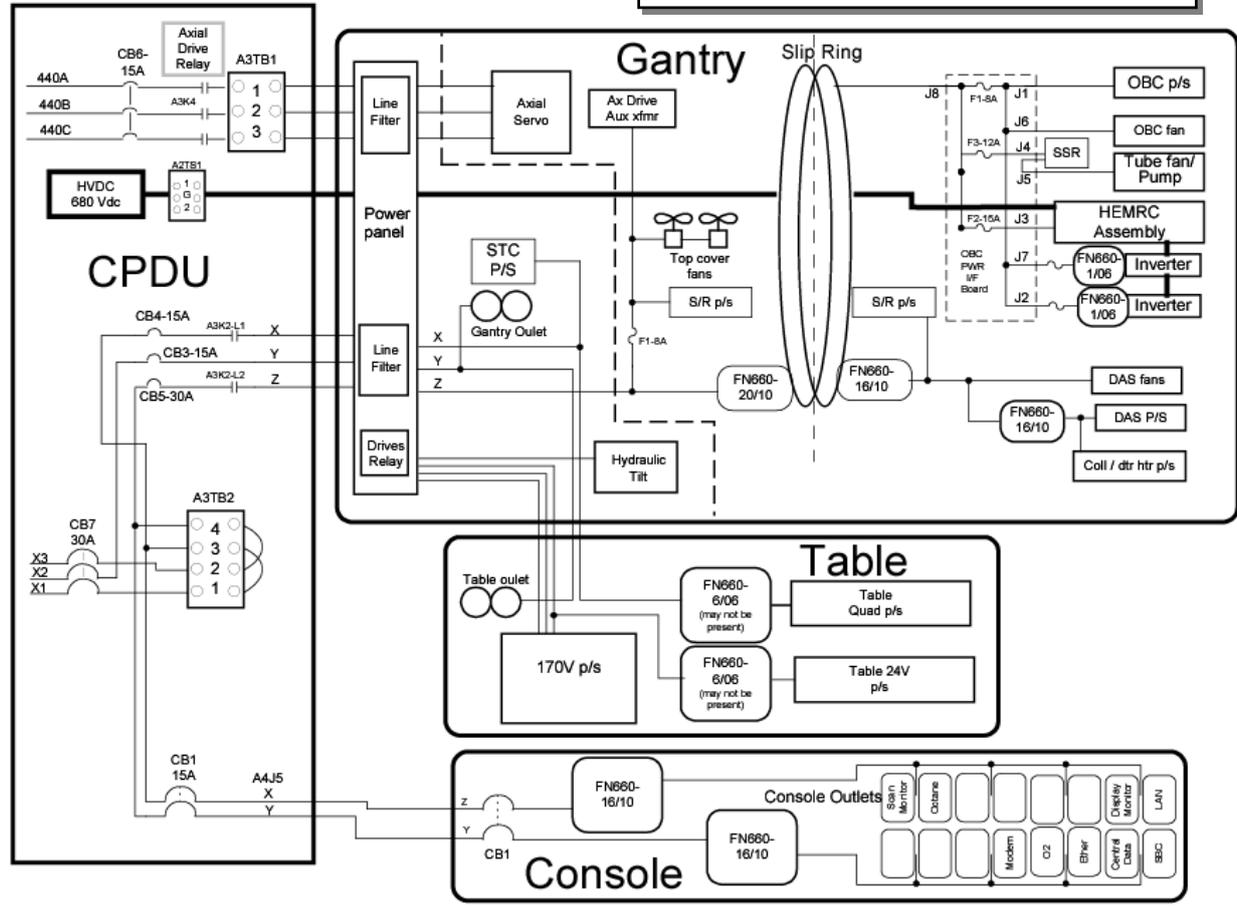
NGPDU	電源ライン名	役割
Gantry	120Vac 24hr Gantry Pwr	DASなど24時間通電されているアSEMBリの電源
	700Vdc(HVDC) To Slip Ring	Rotor回転、高電圧生成用電源
	700/EXP Enable 24V	Interlock用電源
	Axial Drive Power	Gantry Axial Servo motor用電源(3φ440Vac)
Table	120Vac 24hr Table Pwr	24時間通電用電源
	3φ208Vac To Table	Table Elevation/Gantry Tilt用電源
OC	120Vac To Console	OC用電源

480 VAC/ 3 phase
@ 90 amps

CPDU with ServoAmp



CPDU w/o ServoAmp



②X-ray Tube用の700Vdc (HVDC)生成/供給について

TubeよりX線を照射させる為には、

- X線TubeのAnode Rotorを回転させる事
- Anode-Cathode間に高電圧を印加する事

が必要ですが、この2つの作業の為に使用されているのが、HVDCと呼ばれる700Vdc電源電圧です。(詳細はX-ray Generationのところでも説明しています。)

HVDCはHEMRC, Anode/Cathode Inverterに印加されています。

以下にHVDC生成について簡単に説明します。

(a)分電盤からの3相 380~480VacがCPDUに入力されます。



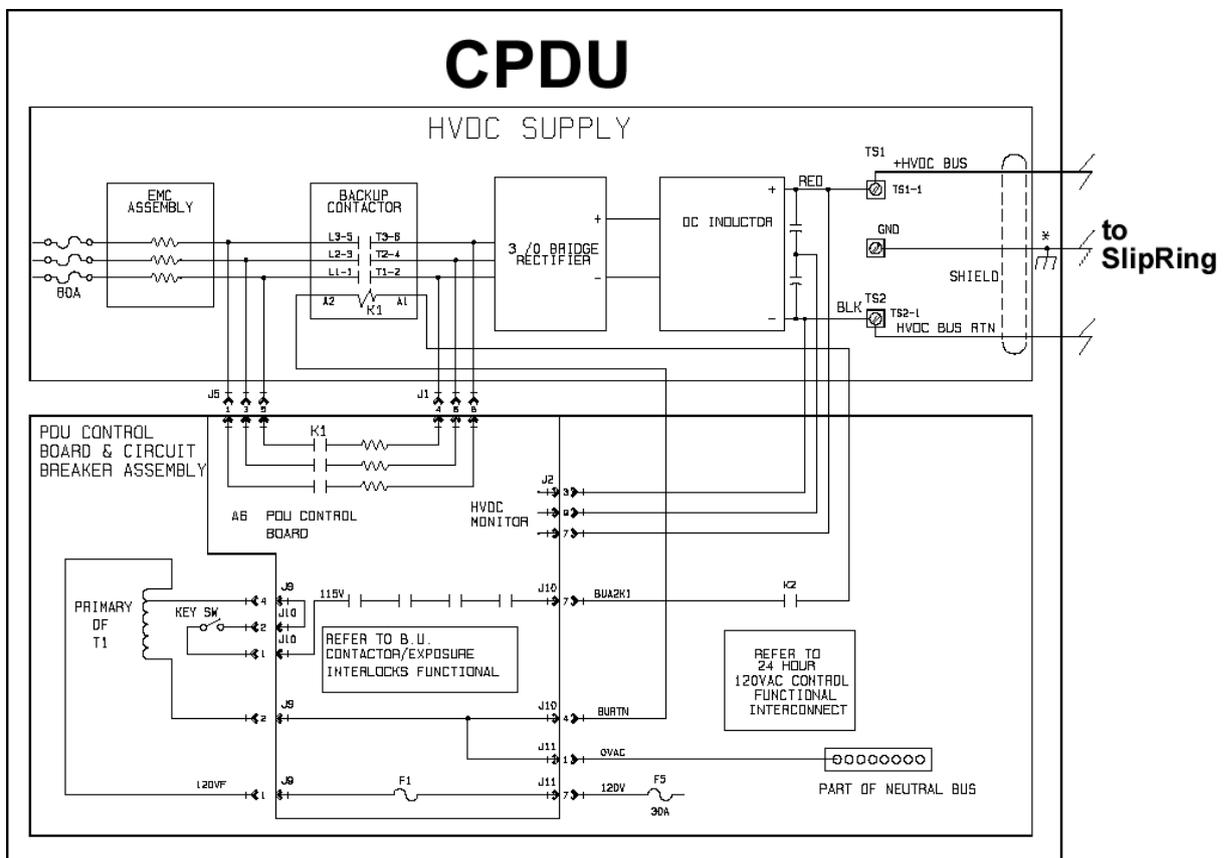
(b)PDUに印加されたAC電源は突入電流による入力部のFuse切れが発生しない様にPDU Control Board内のK1 contactorおよび電流制限抵抗をとおります。



(c)この過程において何もerrorがなければ、PDU Control Board内のK12 contactorがcloseします。



(d)これによって、HVDC Supply内のK1 Backup Contactorをcloseされ、Diodeブリッジ回路およびコイルによって昇圧、整流されて700Vdcが生成されます。



③Gantry回転用Servo ampの内蔵について(1.Xsystemのみ)

Gantry回転を担うServo ampとAxial Interlock用のcontactorがCPDUの上部にあります。

Servo ampには以下のステータスLEDが準備されています。

(a) ENABLE

→Gantry回転している時、緑色にLEDが点灯します。

(b) TRANSISTOR OVERCURRENT

→Servo amp内のpower transistorのピーク電流が基準値を超えた時、赤色にLEDが点灯します。

(c) OVER TEMPERATURE

→Servo amp内のheat sink deviceの温度がトリップした時に赤色にLEDが点灯します。

(d) OVER VOLTAGE

→Servo amp内のDC power busの電圧が265Vdcを超えた時、赤色にLEDが点灯します。

(e) UNDER VOLTAGE

→Servo amp内のDC power busの電圧が75Vdcを下回った時、またはlogic電圧が10%ドロップした時、赤色にLEDが点灯します。

(f) CURRENT FOLDBACK

→Servo amp内のpower transistorの時間vs過電流の比率が基準を超えた時に赤色にLEDが点灯します。

(g) MOTOR OVERLOAD

→Axial motorの過負荷が検出された時、赤色にLEDが点灯します。

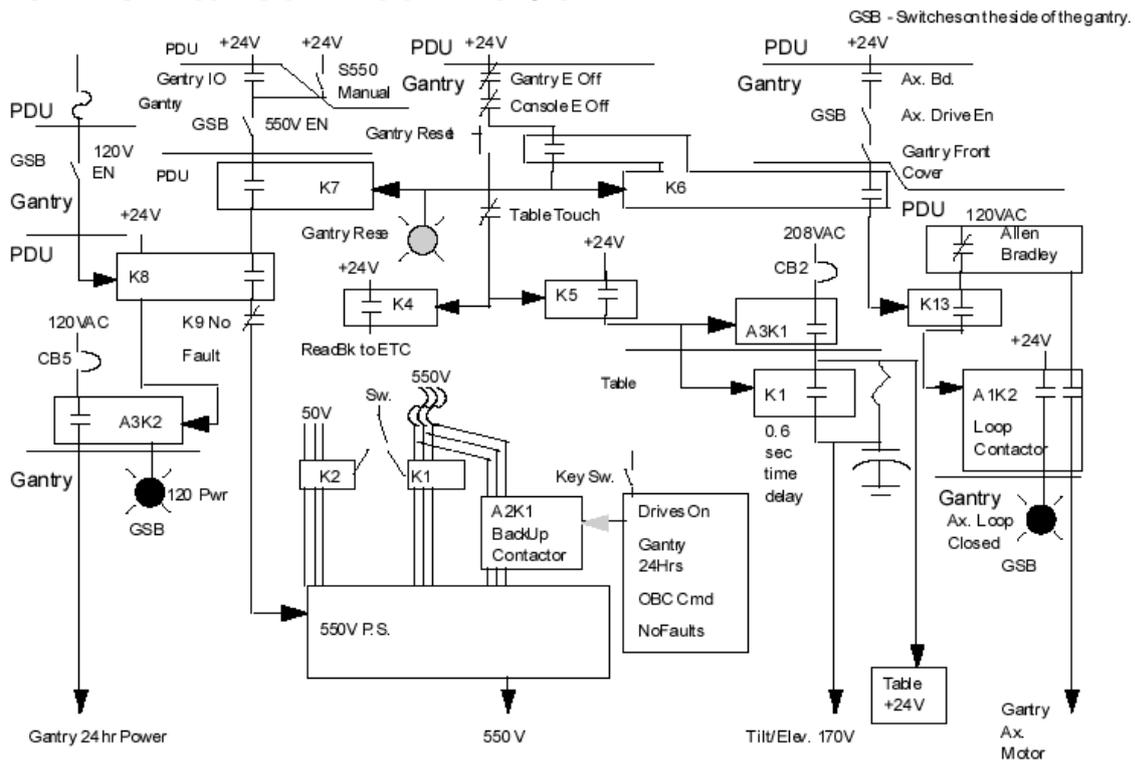
④System Interlockについて

CPDU内には以下のInterlock回路が準備されています。

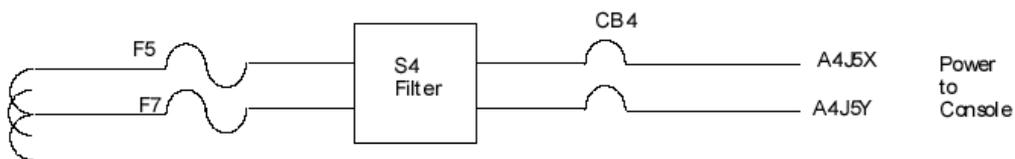
更に多くの情報は Functional Interconnect Diagrams の PDU、PDU Control Board Assembly Schematics を参照してください。

System sequence	Interlock sequence
Power ON/OFF	1. OC Power & 24Hour power
	2. Gantry 24Hour power
Enable/Disable	3. X-Ray and Drives
Drive Circuits.	4. Table Touch Sensor
Activate the device	5. Table Elev/Gantry Tilt
	6. Gantry Axial
	7. Table Servo
700V ON/OFF	8. 700V Service Controls
	9. 700V Control
Create X-ray	10. Exposure Interlock
	11. X-Ray Light

CPDU Interlock Block Diagram



OC Power



<主な関連部品>

•PDU Relay Control & DC Supply Board

PDUの各種コントロールを司っているBoardです。

- 各種Interlock
- HVDC Contactorのコントロール
- HVDCのモニタリング
- 分電盤からの380～480VacのContactor
- 120/208Vacの分配、モニタリング
- Logic/Control用DC電圧の生成

などを実行しています。

•AC Power Distribution A3 Panel

OC, Gantry, TableへのAC電源を分配します。

• Output Connectors Bulkhead A4 Panel

OC, Gantry, TableへのAC電源ケーブルが接続されています。

•Input Power A3 Panel

分電盤からの3相AC電源の入力口です。

•HVDC Supply A2 Panel

700Vdc電圧を生成する為の整流用ダイオード& コンデンサや昇圧用コイルが取り付けられています。

•Transformer Assembly(in back) A5 Panel

分電盤からのAC入力電圧のレベルの応じて、Line Tapを切り替えを行う為に使用されます。380～480Vac (20Vステップ)の設定が可能です。

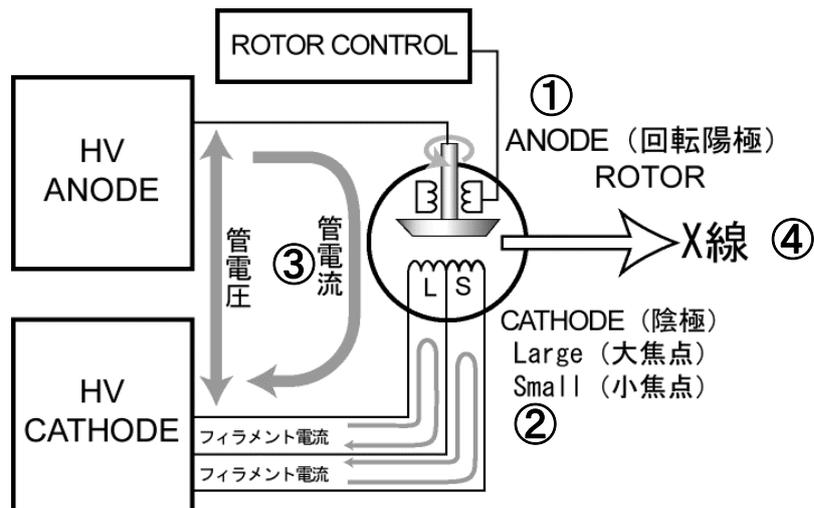
•Servo Amplifier Assembly A1 Panel

Gantryを回転させる為、Axial Motorへ電流を供給しています。

X-ray Generation

X線の発生手順は大まかに言って次のようになります。

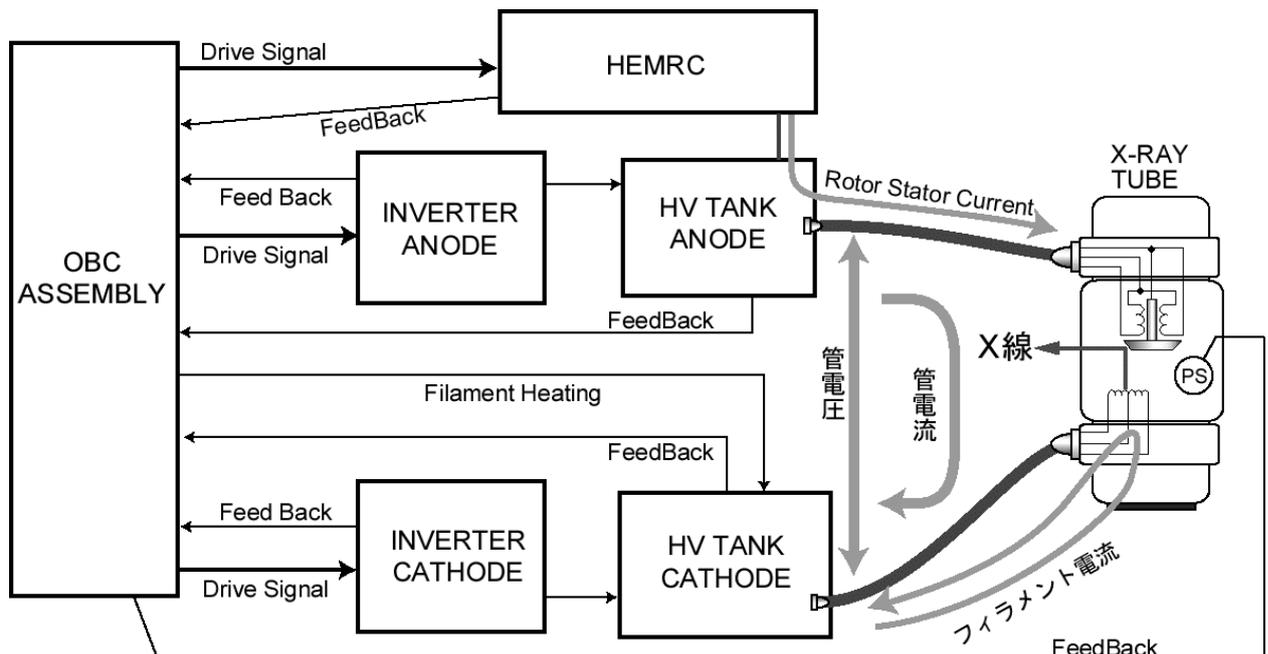
- ① X線Tubeの Anode Rotorを一定速度に回転させ、
- ↓
- ② Tube Cathode Filament電流を流し、
- ↓
- ③ Tube Anode- Cathode間に管電圧を印加する事で
- ↓
- ④ X線が出力されます。



つまり、TubeよりX線を発生させる為には、以下の3つのプロセスが必要になります。

- ① Rotorを回転させる。: **Rotor部**
- ② Filamentに管電流 (mA) の設定に見合った電流を流す。: **Filament部**
- ③ Anode-Cathode間に高圧を印加する。: **HV(High Voltage)部**

この章ではこれらの動作について説明します。

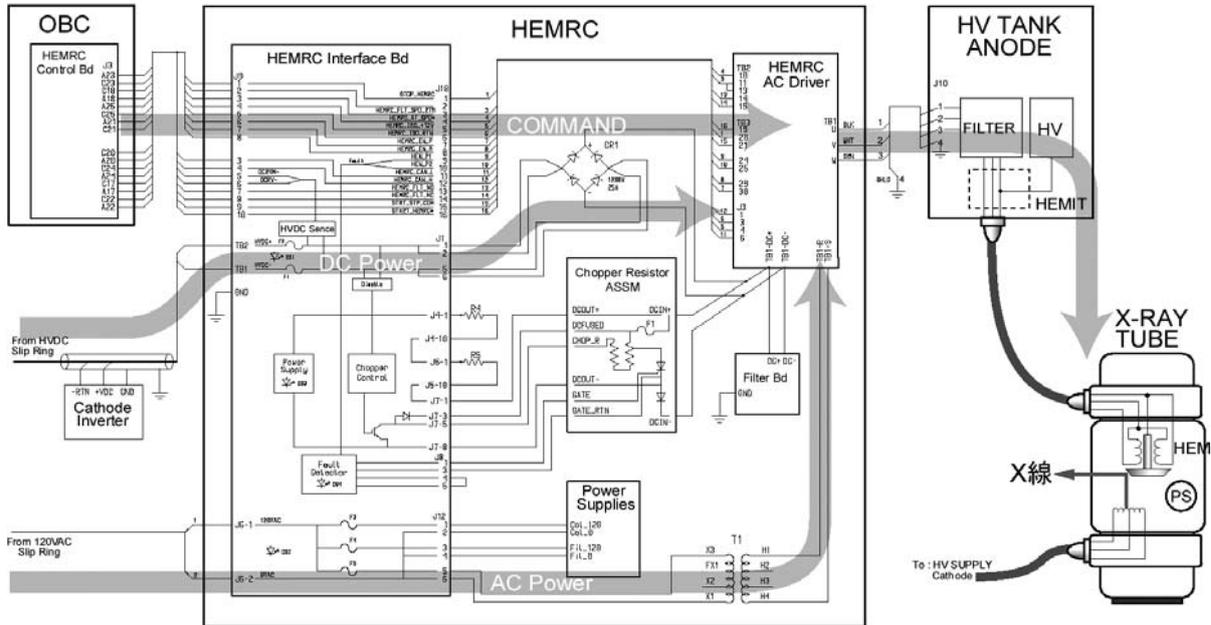


①Rotor部

<動作概要>

以下にRotor回転に関するBlock図を示します。

Rotor



Rotorの回転シーケンスは、大きく分けて以下の3つのフェーズに分けられます。

- | | |
|-----------------|-------------------|
| (1) Accel(アクセル) | →Rotorを速やかに回転させる。 |
| (2) Run(定速回転) | →Rotor回転を一定速度に保つ。 |
| (3) Brake(ブレーキ) | →Rotor回転を止める。 |

上記 Rotorコントロールの情報はファームウェアとしてOBC CPU Board上に格納されています。この情報に従って、Rotorの回転/停止はコントロールされます。

以下にRotorの回転/停止の流れをまとめます。

OBC CPU BoardよりRotorコントロールコマンド(命令)がOBC AssyのBack Boardを經由してHEMRC Control Boardに入力されます。



HEMRC Control BoardはこのコマンドをHEMRC Assyへと伝えます。通信方法としてはCAN(Controller Area Network)が用いられています。(HCANと呼んでいる)



HEMRC Assy内ではRotorコントロールコマンドがHEMRC I/F Boardを介して、HEMRC AC Driveに伝達されます。



HEMRC AC Driveでは、

- (1)Rotorコントロールコマンド信号
 - (2)HVDC(High Voltage DC)電圧又はHEMRC Assy内で120Vacより380Vacに昇圧されたAC電圧を用いて、Rotorをドライブするための3相電圧を発生させます。
- なお、3相電圧の極は定速回転時とブレーキ時とで逆相の関係になっています。



これが、HEMITを通り、Anode HV cableを經由してTubeのHEMIに入力されます。そしてRotorが回転または停止します。

Rotorをドライブする為の3相電圧の生成ですが、HEMRC AC Drive内では

- Accel/定速回転の初期においてはHVDC電圧を
- 定速回転/ブレーキ時には120Vacより昇圧された380Va AC電圧をそれぞれ使用し、生成しています。

なお、HEMRC AC Drive内のDC busの電圧が325Vを下回った場合は、Tube Rotor failが発生します。

また、Rotorの回転スピードは 5,200~10,400rpm(90~180Hz)で連続的に可変となっています。

<主な関連部品>

Rotor部の主要な部品をまとめます。

•OBC CPU Board

OBC Assy内の各Boardのコントロールを行っています。

OBC - STC, DCB/CCB/HEMRC間における通信のコントロールを行っています。

このBoardはSTC CPU Board, ETC CPU Boardと同じもので、Board上のDip switchの設定を変更する事によりSTC,OBC,ETCそれぞれの仕様となります。

なお、このBoardを交換した時は Flash downloadが必要です。

•HEMRC Control Board

OBCとHEMRC Assy間のインターフェースを担っています。

HVDC Bus電圧のモニタリングをしています。

OBCと他のサブシステム(CCB, DCB)とのインターフェースを担っています。

•HEMRC Assy

HEMRC I/F BoardやHEMRC AC Driveなどを含んでおり、実際にRotorを回転させる仕事を担っています。

HEMRC I/F BoardではHVDCのモニタリングを行っています。

その他にDetector HeaterやCollimator/Filamentに電源を供給しています。

•HEMIT (High Efficiency Motor Isolation Transformer)

HEMRC Assyから出力された3相電圧のTubeへの中継を担っています。

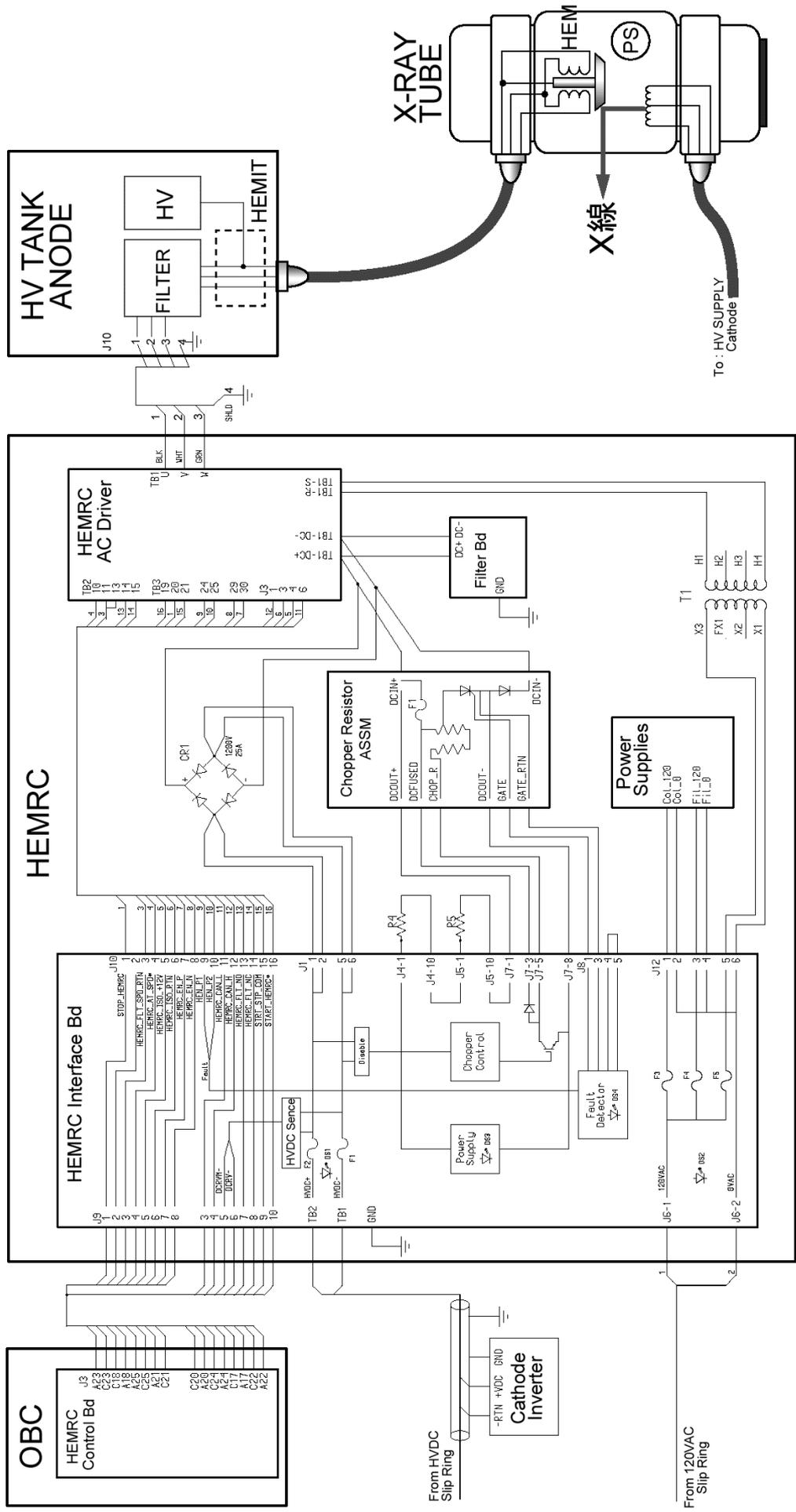
HEMIT内ではHEMRC Assyからの3相電圧を Δ -Y変換(1:1絶縁)しています。

その後、この電圧がAnode HV CableをとおしてTube HEMへ印加されます。

•HEM

Tube Anode Rotorを回転させています。原理としてはモーターを回すのと同じです。

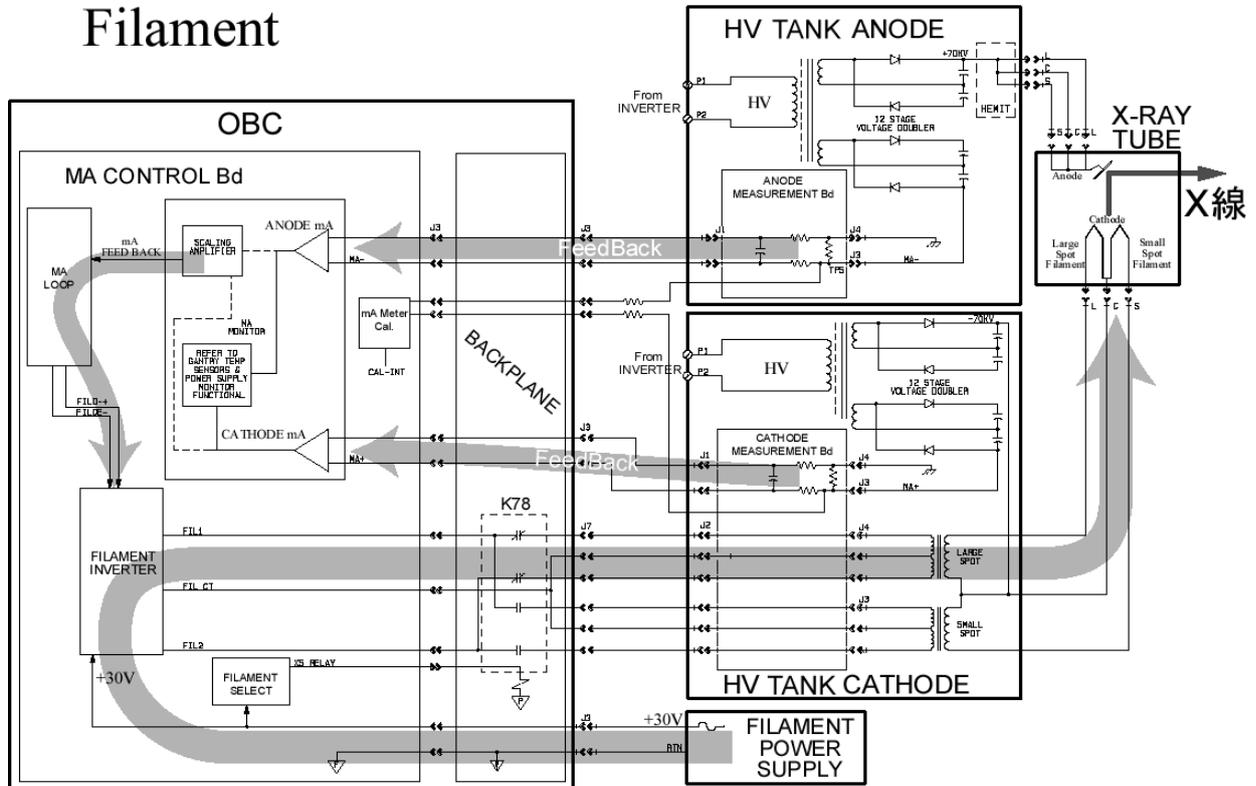
Rotor



②Filament部

<動作概要>

以下にFilament部に関するBlock図を示します。



Filament電流は以下のルートを通り、Tube Filamentに流れます。

Filament Power Supplyが電源の供給元

↓
mA control Board内のFilament Inverterが電流を発生させ、

↓
OBC Backplane Board K78Relayをとおって

↓
Cathode HV tank内のHV Isolation Transへ入力し

↓
Tube Filament電流が流れます

Filament InverterではFilament Power Supplyより30Vdc供給されて、これからAC電流を発生させています。

Cathode HV tank内のHV Isolation TransはFilament Inverterを管電圧の高圧から保護する目的があり、Tube FilamentはLarge focus用/Small focus用に別れているため、Isolation TransもLarge filament用/Small filament用に別れています。

ただし、Large filament用/Small filament用の電流は同一のFilament Inverter回路にてコントロールされています。

Large/Smallの切り替えはOBC Backplane Board上のK78Relayで行っています。このRelayの切り替えはmA control Boardによって実施されます。

<主な関連部品>

Filament部の主要な部品をまとめます。

•Filament Power Supply

Filament電流を発生させるための電源電圧です。

•mA control Board

所望のTube mA を発生させる為、Filament current値をコントロールしています。
この際、

- Filament Inverterからのフィードバック
- Cathode HV tank からのmA フィードバック

を使用しています。

また、X-ray Exposure時にFilament/mA フィードバックを使用して、次のステータスをモニタリングしています。

- Filament open
- mA imbalance
- Over current
- Inverter faults

•Anode HV tank

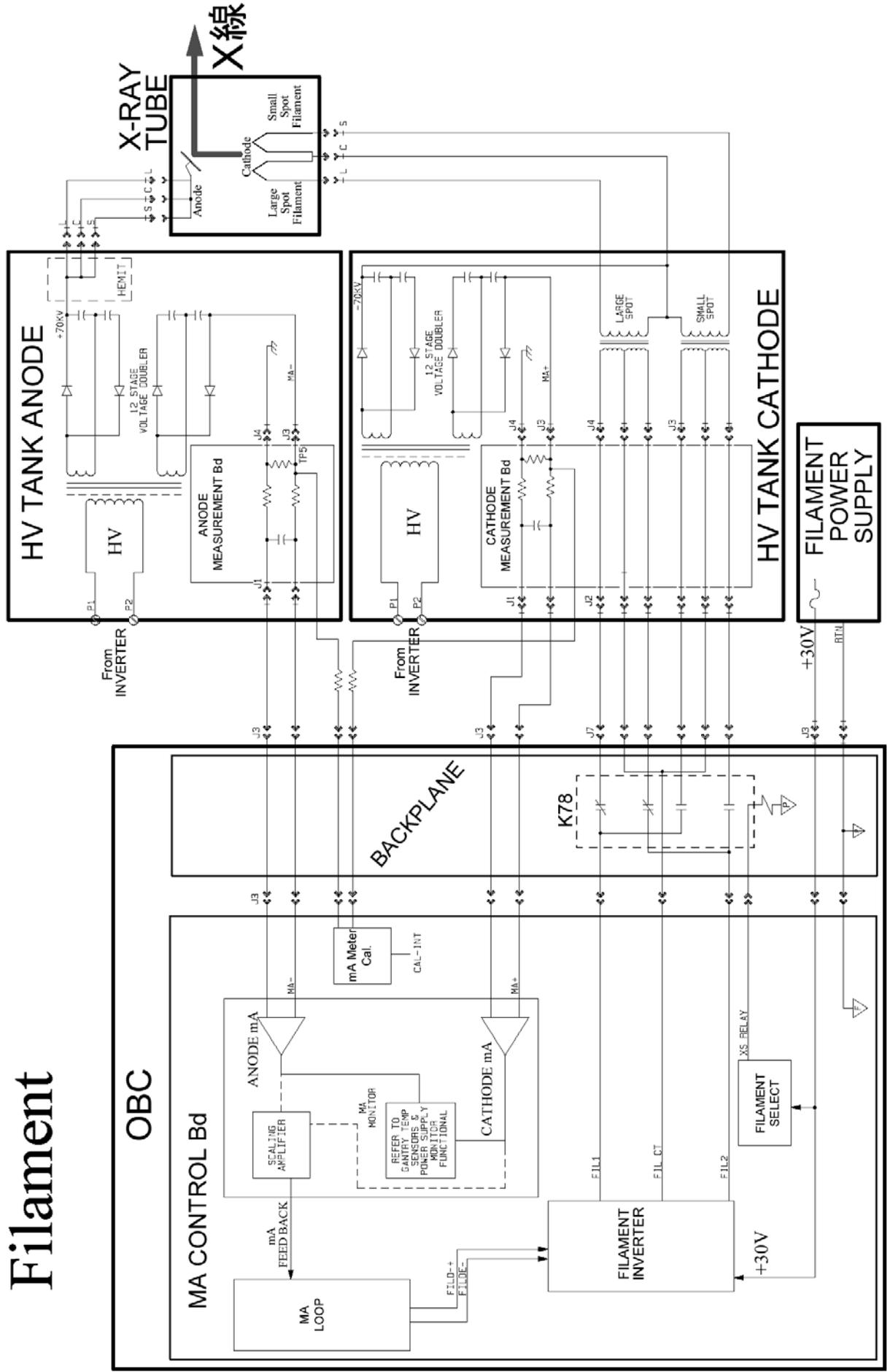
管電圧の発生が主な機能ですが、HV tank外部に取り付けてある Anode Measurement Boardにて実際のTube mAを測定できます。

•Cathode HV tank

Anode HV Supplyと同様です。

ただし、Cathode HV tankにはFilament電流の供給回路(HV Isolation Transなど)が存在しています。

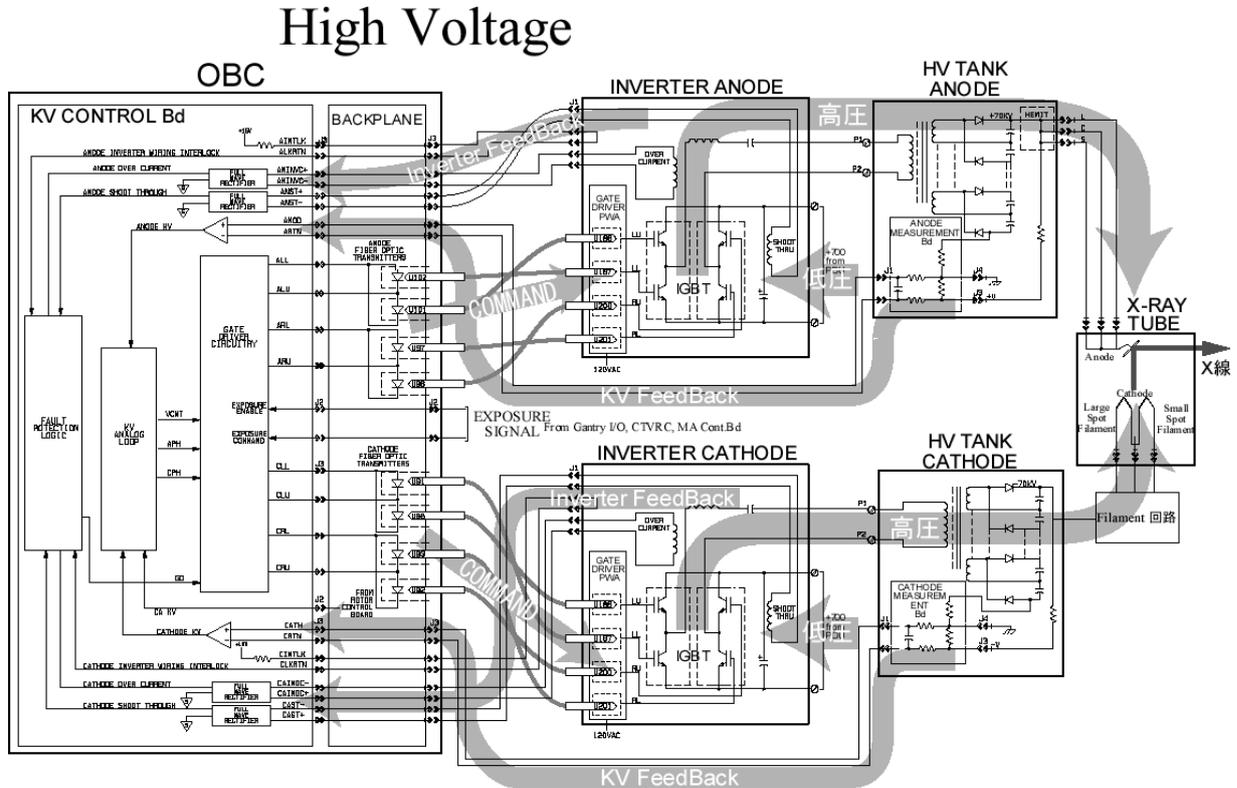
Filament



③HV部

<動作概要>

以下にHV部に関するBlock図を示します。



HV(High Voltage)の発生からTubeへ管電圧が印加されるまでの流れを以下にまとめます。
 ここで述べる高電圧発生 の原理はAnode/Cathodeとも同じです。
 よって以下の説明にはAnode/Cathodeという区分けは特にしていません。

[管電圧発生までの流れ]

オペレータが設定したkVの情報およびX線照射ON/OFFがコマンド信号として、kV Control Boardに入力されます。



kV Control BoardではこのkVコマンドをもとに高電圧を発生させるための信号を作成します。この信号がFiber optics cableを通り、Inverter内の高電圧発生回路(IGBT)のドライブ信号として入力されます。このドライブ信号はパルス状の信号で、kV/mAの設定値によってその周波数、duty cycleが異なります。



Inverter IGBTでは、このドライブ信号とPDU→Slip Ringを経由したHVDC(700Vdc)を使用してオペレータが設定した高電圧を発生させます。これがHV tankに入力されます。



HV tankではInverterからの高電圧を整流し、その電圧をTubeに印加します。これが管電圧です。

なお、kV Control Boardで作成しているInverterのドライブ信号は、kV が一定値なる様に制御されています。この制御においては、

- 実際にTubeへ印加した(HV tankで発生している)高電圧を1/100Vに分圧したfeedback電圧
- kV コマンド情報

が使用されています。
なお、この事は kV Loop と呼ばれています。

オペレータが設定可能なscan kVとその時のAnode/Cathode管電圧は以下のとおりです。

scan kV	Anode	Cathode
80kV	+40kV	-40kV
100kV	+50kV	-50kV
120kV	+60kV	-60kV
140kV	+70kV	-70kV

<主な関連部品>

HV部の主な部品をまとめます。

•kV Control Board

その名のとおり、オペレータによって設定されたkVを発生させる為に、そのコントロールを司っているBoardです。
kVの一定性をモニタリングしており、

- 期待値に対し、±3%の誤差が生じた場合にはtolerance errorを
- 期待値に対し、±5%の誤差が生じた場合にはscan abortを

OCへレポートします。

•Anode/Cathode Inverter

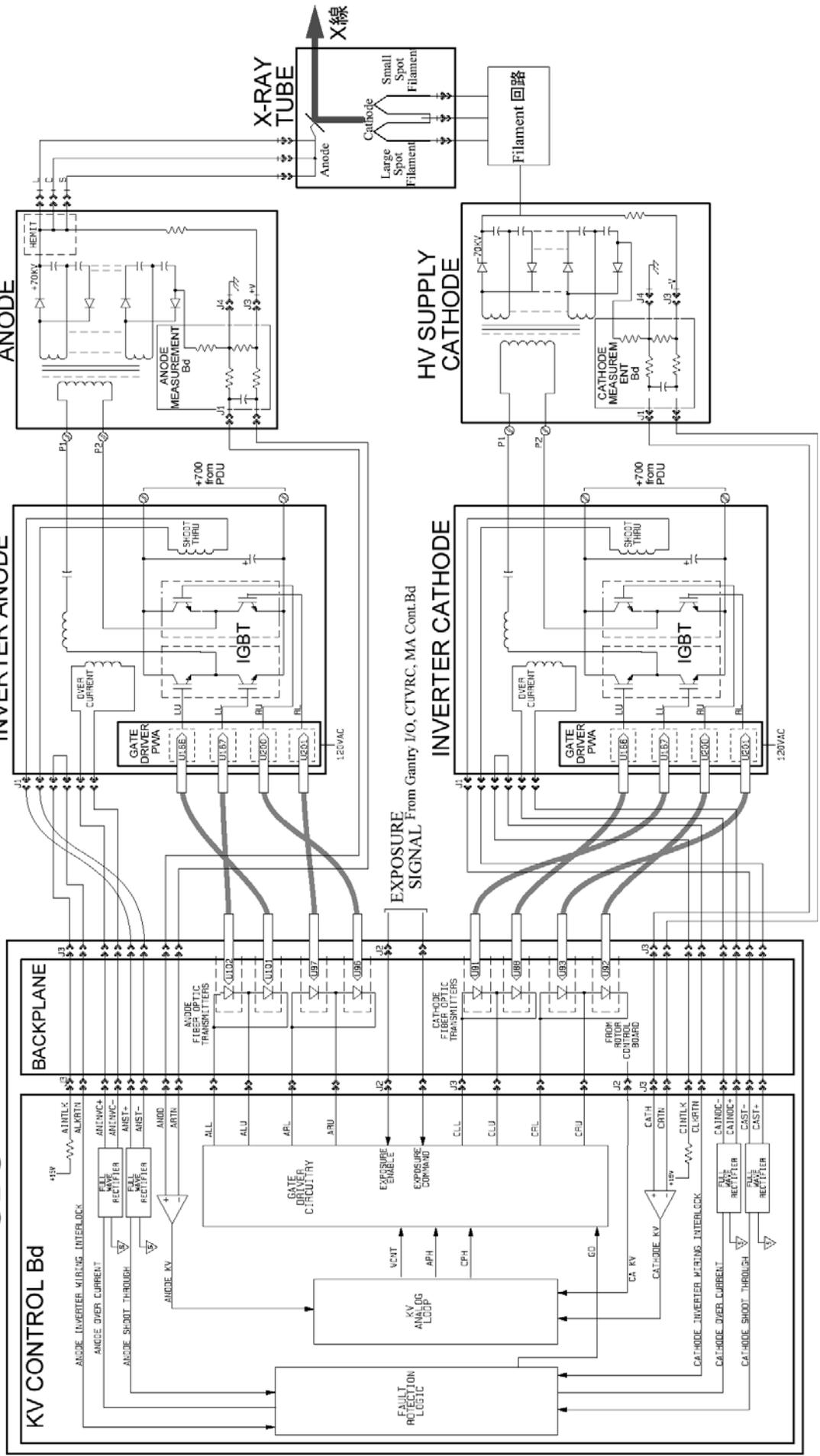
オペレータによって設定されたkVを発生させる為にPDUから供給された700Vdcをswitching/昇圧して、高電圧を発生させています。

•Anode /Cathode HV tank

管電圧を発生しています。
この管電圧はHV tank外部に取り付けてあるAnode Measurement Boardにて1/100Vに分圧し、kV Control Boardにフィードバックしています。

High Voltage

OBC



Data Acquisition

X線Tubeより出力されたX線はCollimatorによって、X線ビーム幅/照射位置を制御された後、被写体（患者さん）を通り、検出器(Detector)に入力されます。

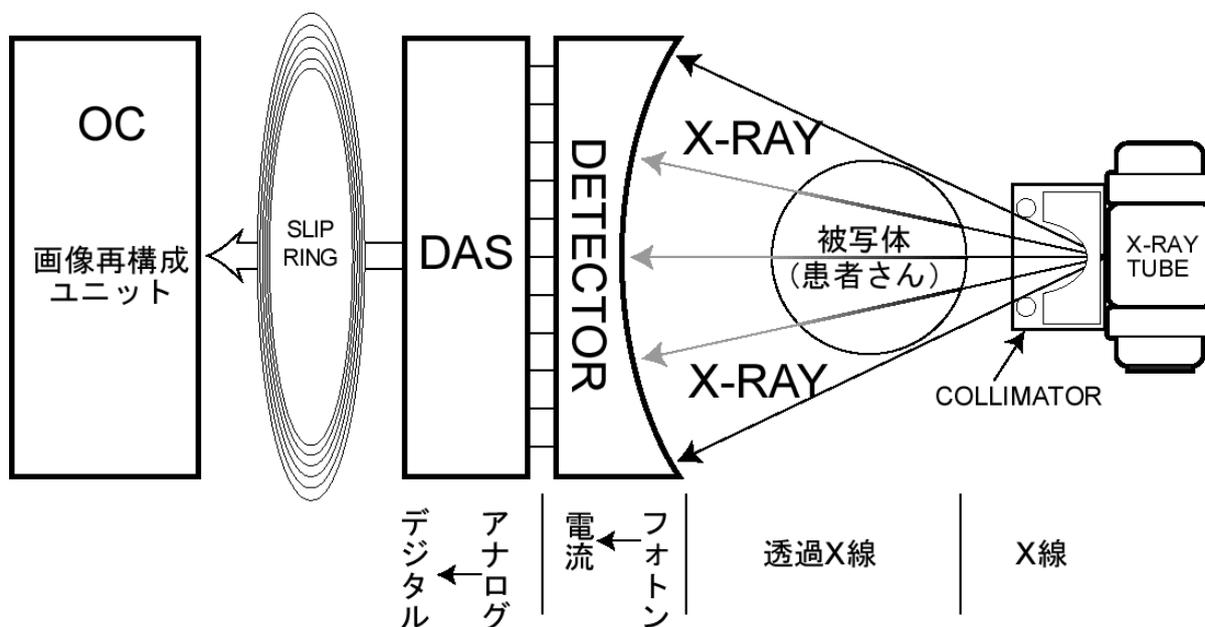
このX線信号は被写体の部位によるX線吸収率を反映したものとなっています。

Detectorでは、このX線信号を電流信号に変換しています。

Detectorで変換された電流信号はフレキケーブルを通り、データ収集器 (Data Acquisition System : DAS)に入力され、ここで、電圧変換、増幅、A/D変換されます。

DASから出力されたDigitalスキャンデータはOperator Console(OC)内にある画像再構成ユニット (Scan Recon Unit:SRU)へ転送されます。

この章では、Data acquisitionで重要な役割を担っている、DetectorとDASおよびCollimatorの説明をします。



①Detectorについて

<Detectorの動作概要>

DetecoではX線信号を電流信号に変換しています。その動作の概要を以下に示します。

[X線信号が電流信号に変換されるまで]

DetectorにX線が入射されます。



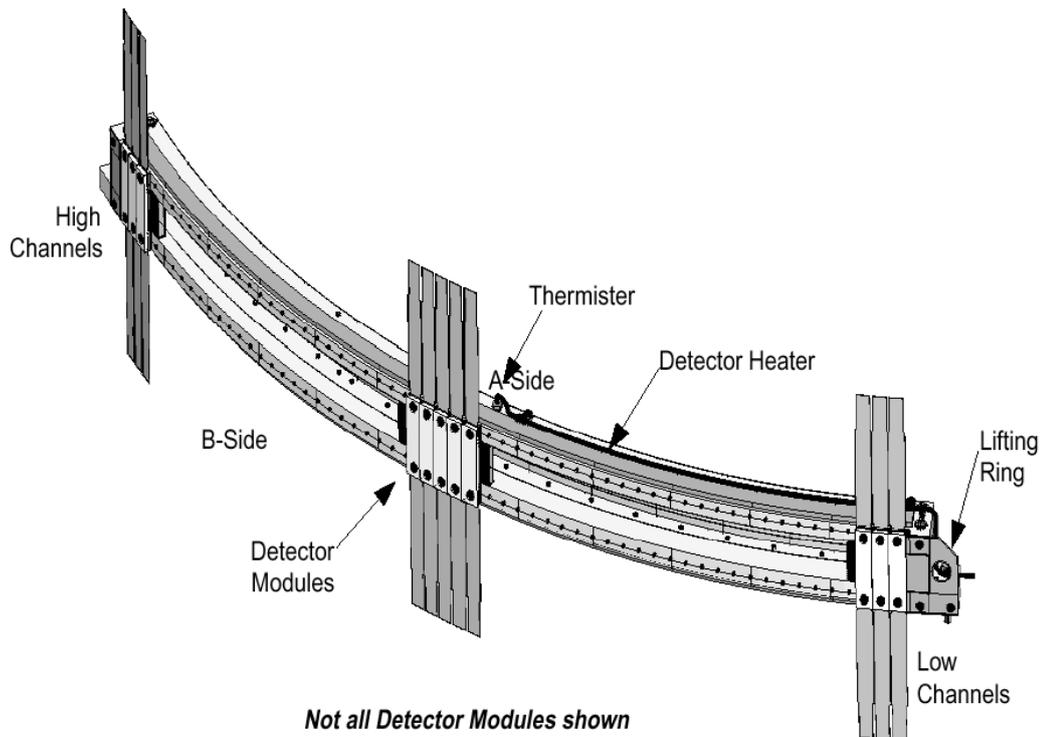
Detectorでは入射されたX線をまず、Lumexと呼ばれるCrystalにより光信号に変換します。



そして、この光信号をLumex後段のPhoto Diodeによって電流信号に変換します。
変換される電流信号の最小オーダーは数pAと非常に微少な信号です。

<Detectorの構成>

以下にDetectorの構成図を示します。



QXiで使用しているDetectorはmodule(モジュール)と呼ばれるブロックを57個、array状に組み立てて構成しています。

1moduleあたり16channel(チャンネル)分のデータを取り扱える様になっています。

よってQXi Detectorの物理的なTotal detector channel数は、

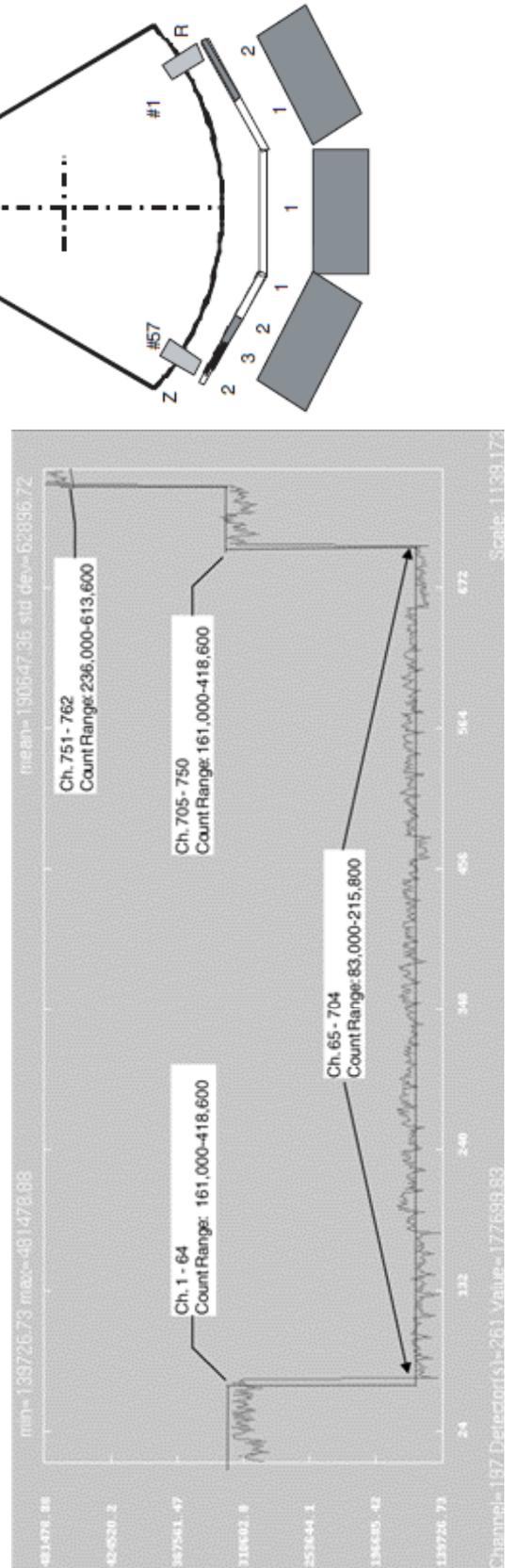
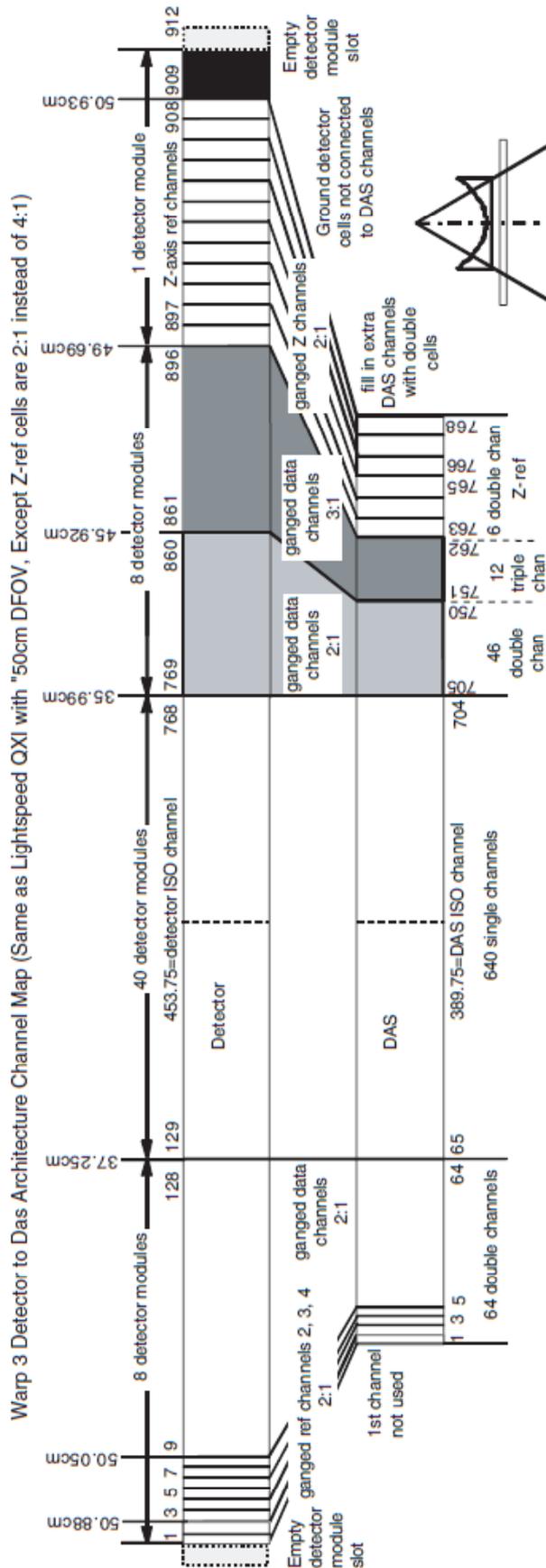
$$57\text{module} \times 16\text{channel/module} = 912\text{detector channel}$$

となります。

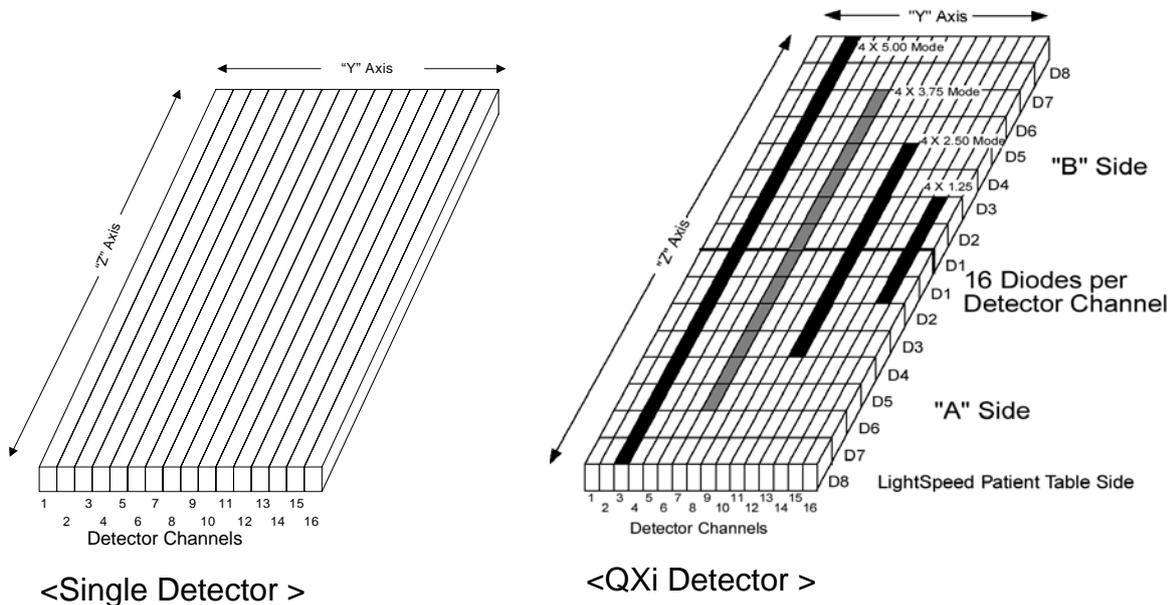
ここで、注意したい事が1点あります。

それは、このTotal Detector channel数はCT画像化する際に使用している実際のchannel数(Scan Data channel(スキャンデータチャンネル)と呼んでいる)とは違うという事です。

QXi ではCT画像を得る際に、1画像当たり768 Scan Data channel分のデータを使用しています。Detector両端のいくつかのmodule内のdetector channelを2ch or 3ch分、束にしています。結果として1画像当たり768 Scan Data channel分のデータを使用してCT画像を作り出しています。

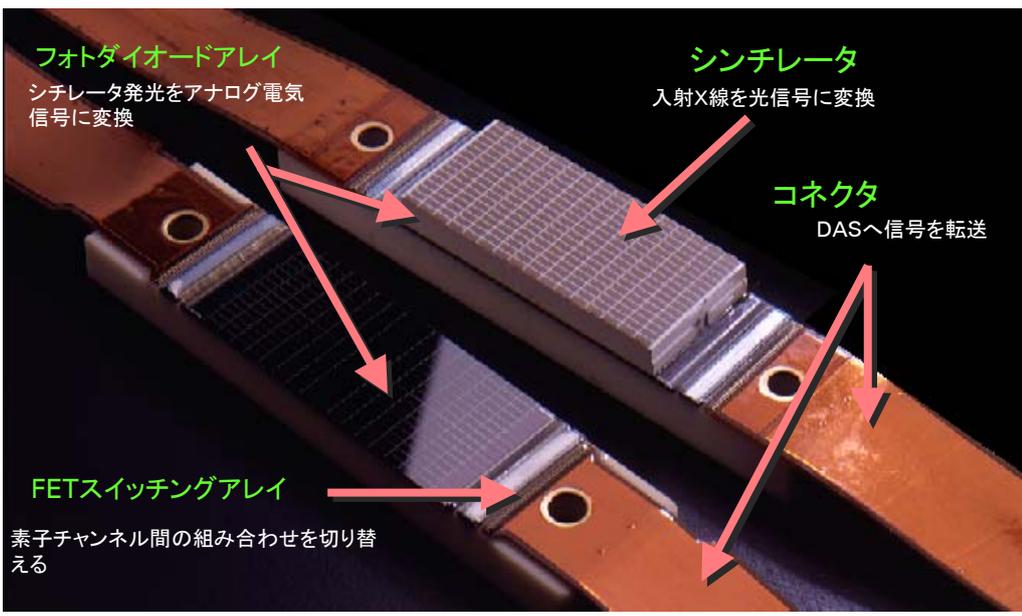


さて、QXiのDetectorの大きな特徴は、今までのDetectorとは違い、Z方向 (Table CradleのIn/Out方向)に対して、16分割されている事が挙げられます。以下に1moduleあたりの構成図を示します。



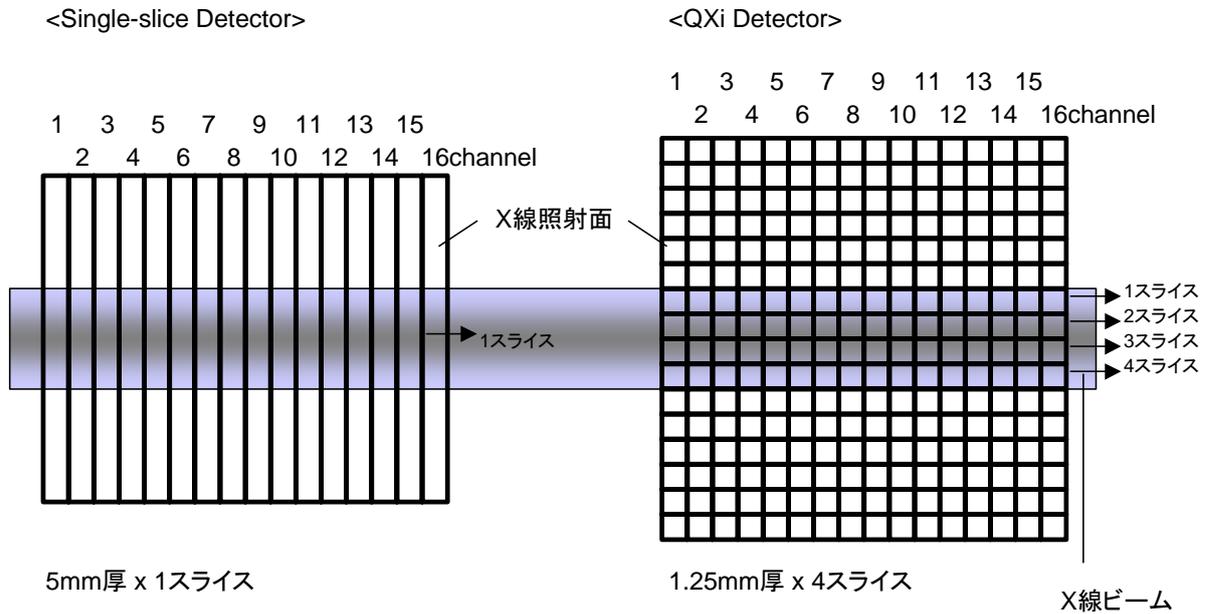
図を見ていただければお分かりの様にQXi Detectorはマトリクス構造をしています。分割された1単位を cell (セル)と呼んでいます。1セルのZ方向の長さは 1.25mmスライス厚分となっています。1channelあたり 16cellとなっていますから、1moduleあたりのcell数は
 $16\text{channel} \times 16\text{cell/channel} = 256\text{ cell}$ となります。

QXi Detectorがこの様なマトリクス構造をしている理由は、1スキャン(回転)で複数枚の画像収集を実現させる為です。この様なCTの事をマルチスライスCTと呼びます。QXiのDetector(システム)では1スキャン あたり、最大4枚(スライス)の画像を得る事ができます。



QXi DetectorではX線を電流信号に変換するためにPhoto Diodeを有していますが、1cell / 1Photo Diodeとなっています。

従来のDetectorとQXi DetectorにX線が照射されている様子を描いています。
 左の図は従来のSingle Detector、右の図はQXi Detectorを示しています。



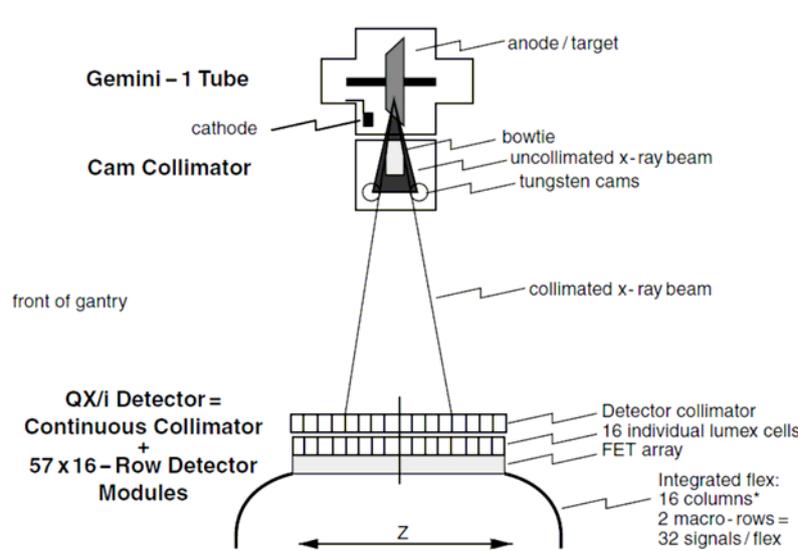
X線ビームが当たっている所がスキャンデータとなりますが、この図から同じX線ビーム幅で

- 従来のDetectorでは1スライス分
- QXiのDetectorでは4スライス分

のデータが得られている事が分かります。

<QXi systemにおけるslice厚の設定について>

従来のCTシステムでは、スライス厚、つまりDetectorに入力されるX線ビーム幅はCollimatorによって制御されていました、しかし QXi では、スライス厚は Detector cellの結合状態を変更する事により決定しています。



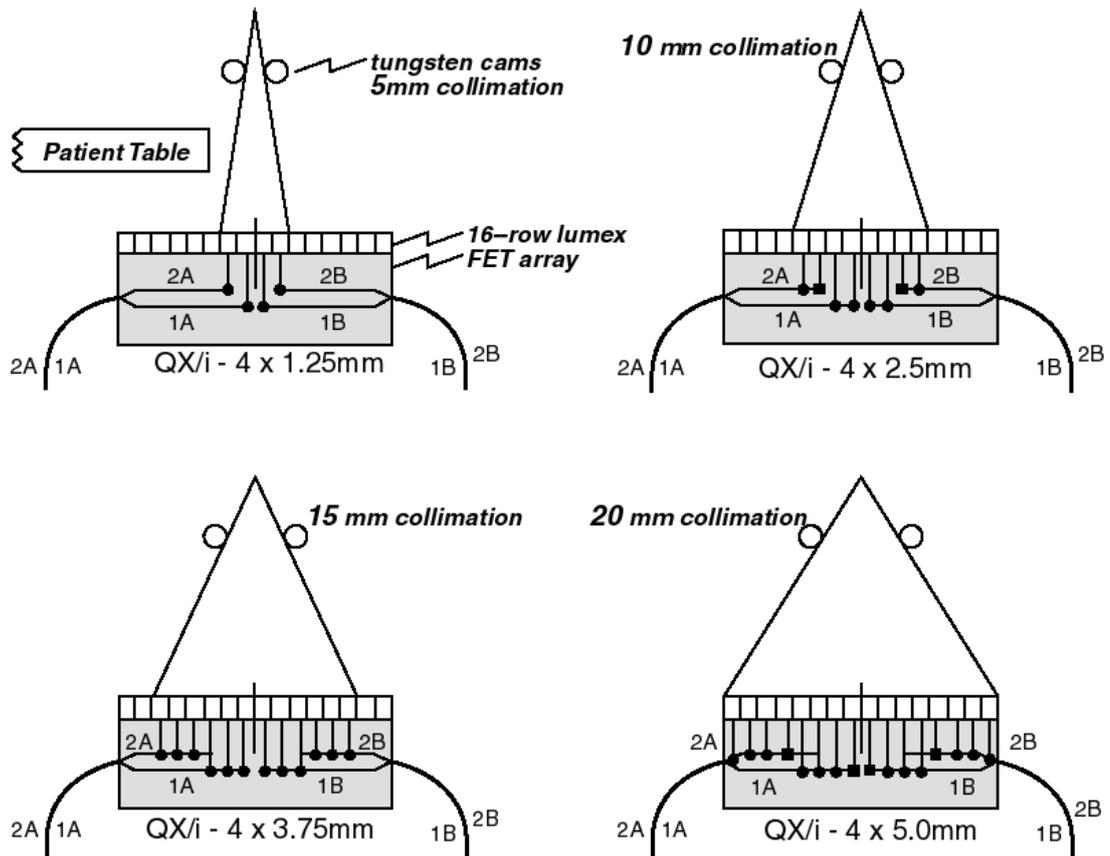
以下に QXi Detector において1スキャンあたりに4スライスの画像を収集する設定での実現可能なスライス厚と、その時のcell結合状態の図を示します。

この図で2A,1A,1B,2B という言葉がありますが、これは4スライススキャンにおける各スライスを表わしています。

これらは、Row (ロウ:列)と呼ばれています。 参照 <http://gein.euro.med.ge.com/idm/etrainings.html> Table側からみて、

Row2A→Row1A→Row1B→Row2B

と定義されています。



QXi Detector において、1cellのZ方向幅は1.25mmです。

よって最小スライス厚は1.25mmとなっており、設定可能なスライス厚はこの整数倍になっています。

注

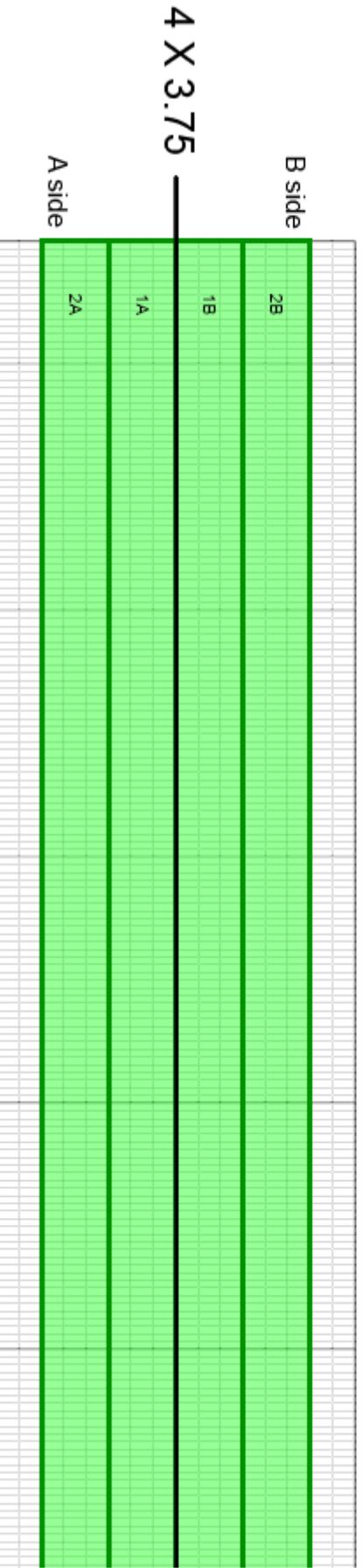
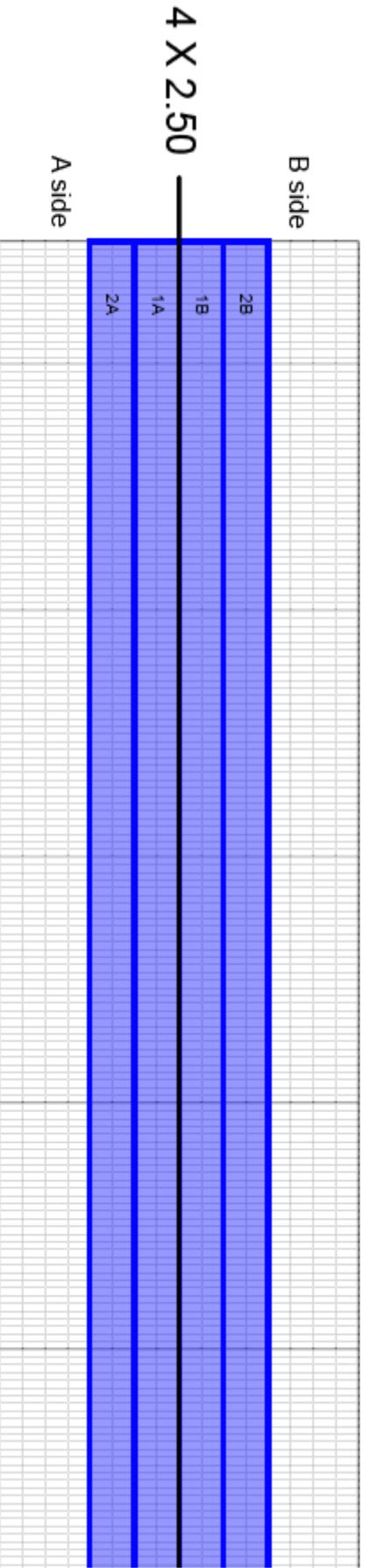
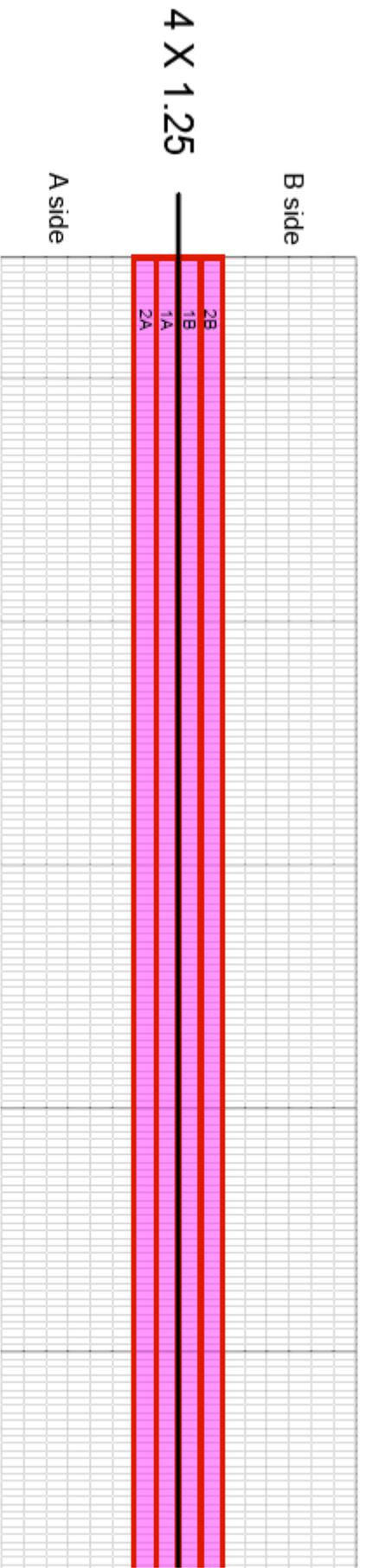
4スライスの場合、最大スライス厚は5.00mmとなります。

上図を見ていただいておりますお分りの様に1.25/2.50/3.75/5.00mmの各スライス厚の設定によって、各Rowあたりのcell数が異なります。これをまとめると以下のようになります。

1.25mmの場合→ 1cell / 1Row	使用cell数 : center 4cell
2.50mmの場合→ 2cell / 1Row	使用cell数 : center 8cell
3.75mmの場合→ 3cell / 1Row	使用cell数 : center 12cell
5.00mmの場合→ 4cell / 1Row	使用cell数 : center 16cell (全cell使用)

例えば2.50mmの場合は2つのcellを結合させる事によって1Row分のデータを取り扱っています。これが4Row分あるので、使用しているcell数としては真ん中 8cell分となります。

cellの結合は、各cellのFET switchのOFF/ONによって結合状態を変更させています。このswitchはスライス厚やスライス数の設定によりコントロールされています。実際にコントロール信号を作成、制御しているのは DCB (Das Controller Board)です。



注:

Software V/R 1.3以降ではThin Twin sliceという機能があり、1回転で0.63mm厚の画像を2枚(スライス)得る事ができます。つまり2x0.63mmのスキャンが可能となっています。

(0.63mmとは1.25mmの半分です。)

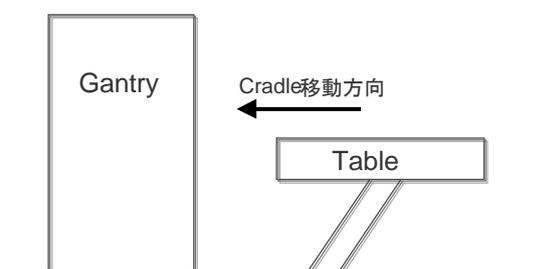
メカ的には1.25mmが最小ピッチですが、ソフトの処理で0.63mmのスライス厚を実現しているものと思われます。

<イメージディスプレイ上に表示される画像データについて>

1スキャンで4枚の画像をとる設定とした場合(4x5.0mmなど)、各Rowの画像がイメージディスプレイ上でどの様に表示されるかについてまとめました。

この情報はイメージのトラブルシューティングの際に役立つと思います。

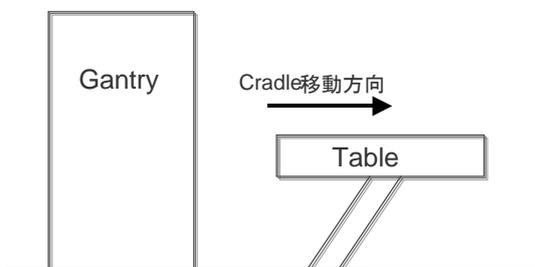
〔CradleがGantryへ入る方向〕



イメージディスプレイ

IM#1 Row 2B	IM#2 Row 1B
IM#3 Row 1A	IM#4 Row 2A

〔CradleがGantryから出る方向〕



イメージディスプレイ

IM#1 Row 2A	IM#2 Row 1A
IM#3 Row 1B	IM#4 Row 2B

②DAS (Data Acquisition System)について

<DASの動作概要>

CT画像を作る際、QXi システムでは前述した様に、1スライス画像あたり 768 Scan Data channel 分のデータを使用しています。

QXi システムは1scanあたり最大4スライス分の画像(=4画像)を得る事ができますが、この時、それぞれのDetector Rowにおいては

- Row 2Aで768 Scan Data channel分のデータ
- Row 1Aで768 Scan Data channel分のデータ
- Row 1Bで768 Scan Data channel分のデータ
- Row 2Bで768 Scan Data channel分のデータ

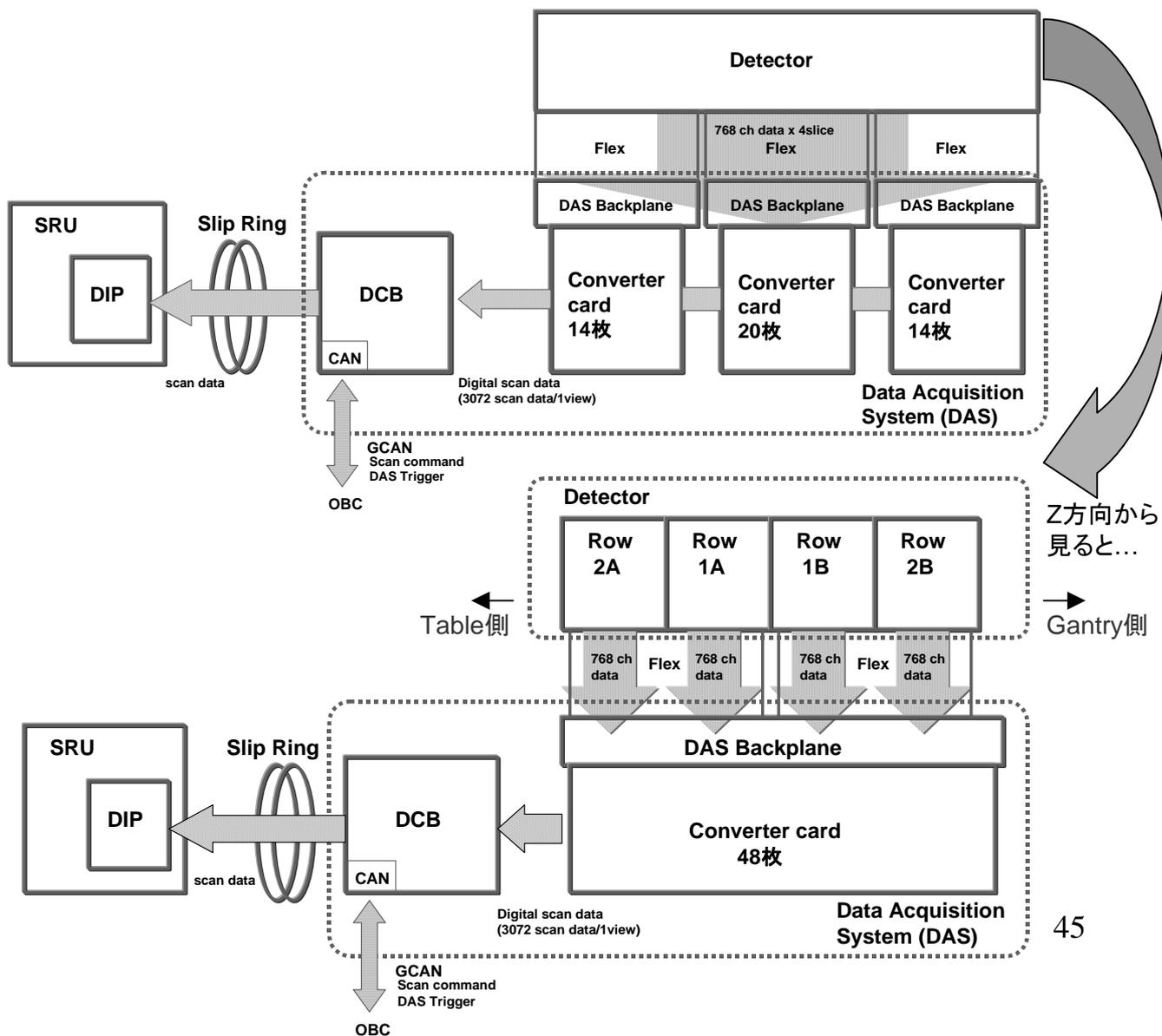
を使用して画像が作られます。

よって、DASが取り扱うScan Data channel数は

$$768 \text{ Scan Data Channel} \times 4 \text{ スライス} = 3072 \text{ Scan Data channel}$$

となっています。

DASではこれらのデータを決められたパターンで収集し、最終的にはDigitalスキャンデータにしてSRU (Scan Recon Unit) へ転送する役割を担っています。



DAS内部において、Detectorからの電流信号を受けてからSRUへデータ転送するまでの流れを以下にまとめます。

[DAS dataの流れ]

X線がDetectorに照射され、Detectorによって電流信号に変換されます。



Detectorで変換、発生された電流信号はフレキケーブルおよびDAS Backplane Boardを通り、Converter cardへ入力されます。なお、フレキケーブルとDAS Backplane BoardはElastomericと呼ばれるコネクタによって接続されています。



Converter card内ではDetectorからの電流信号を電圧信号に変換、電圧増幅し、その信号をA/D converterにてDigitalスキャンデータに変換するというデータ処理を実行しています。



Converter cardから出力されたDigitalデータはDCBに一度集められ、決められたデータ数がそろったところで、光ケーブルを通してRF Transmitterへ転送されます。



このデータはRF Transmitter→RF Slip Ring→RF Receiverを通り、最終的に光ケーブルを経由してSRU内へ入力されます。

DASのコントロールは、

- OBCからのスキャンコマンド(命令)信号
- Axial BoardからのDAS Trigger(View Triggerとも呼ぶ)

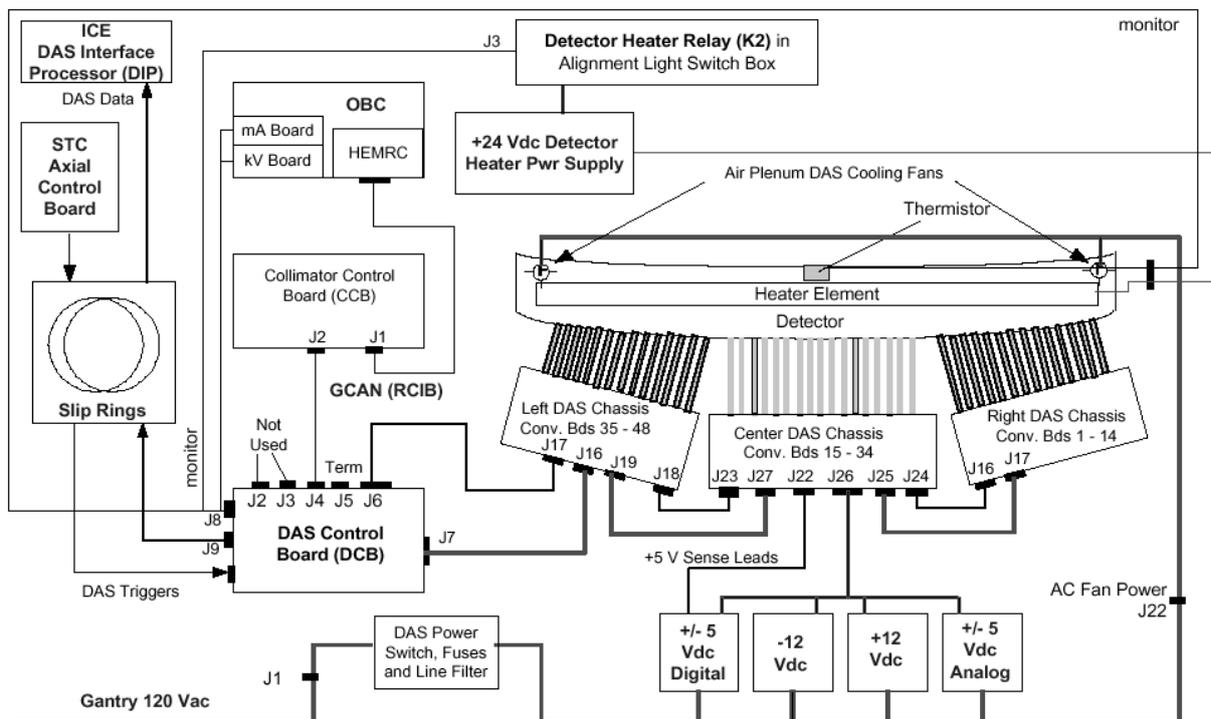
によって行われています。

これらの信号はDAS内ではまず、DCB (Digital Controller Board) に入力されます。DCBはDASのコントロールを司っています。

DAS DCBとOBCとの通信ですが、OBC - DCB間のコミュニケーションはCAN通信で行われています。これと、後述するCCB (Collimator Control Board)も同じCAN通信を使用していますが、これら、OBC -DCB - CCB間通信のCANの事をGantry回転部分という事で、GCAN (Gantry CAN)と呼んでいます。

<DAS構成>

以下にDASにQxi systemで使用しているDASのブロック図を示します。



QXi システムで使用しているDASはS-DAS (Scalable DAS)と呼ばれています。
このDASで使用している主なBoardは以下の3種類です。

- Converter card 48枚
- Backplane Board 3枚 (Left/Center/Right 各々1枚)
- DCB 1枚

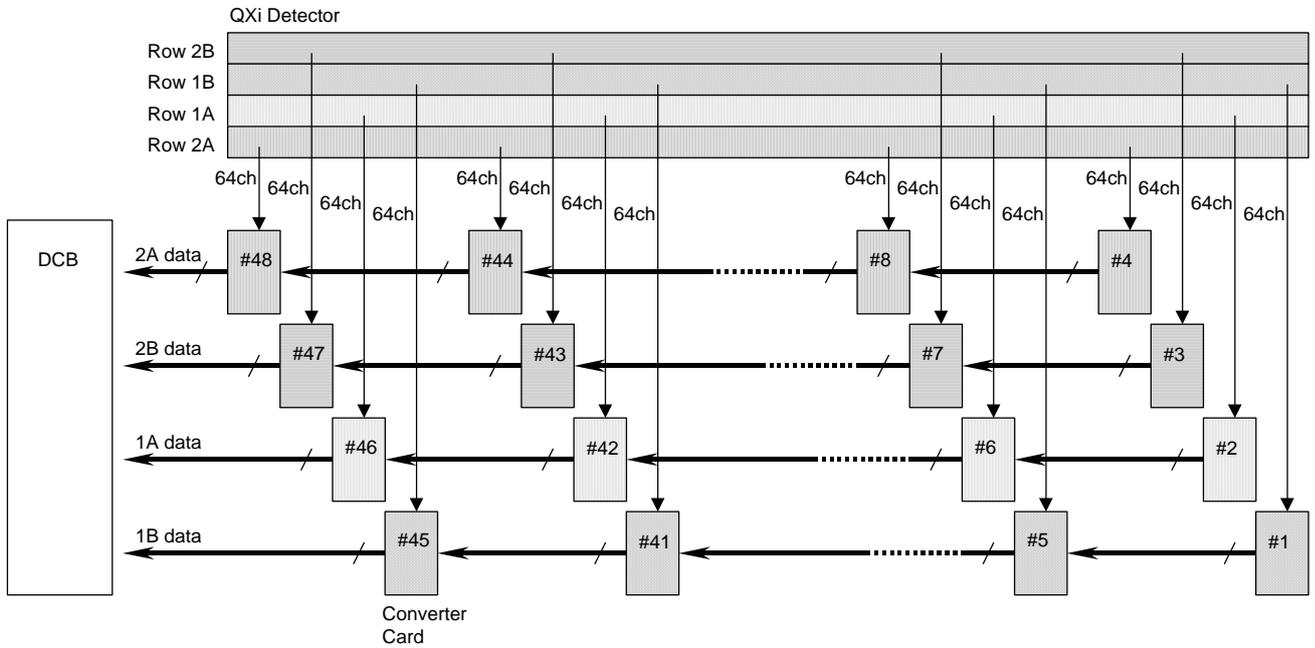
図を見て分かる様にS-DASはLeft Box, Center Box, Right Boxの3つのBoxに分けられます。
各々のBoxにはConverter cardが

- Left Box : 14枚
- Center Box : 20枚
- Right Box : 14枚

づつセットされています。

さて、ここで、Detector Rowと Converter card # の関係、およびConverter cardから出力される Digitalスキャンデータパスについて説明します。

以下にDetector - DAS Converter cardの接続状態を表わした図を示します。



上記図から各Detector Rowの信号を取り扱っているConverter cardを表にまとめます。数字はConverter cardのslot #を表わします。

Detector Row	2A	1A	1B	2B
Converter card #	48	46	45	47
	44	42	41	43
	40	38	37	39
	36	34	33	35
	32	30	29	31
	28	26	25	27
	24	22	21	23
	20	18	17	19
	16	14	13	15
	12	10	9	11
	8	6	5	7
	4	2	1	3

前ページの図および表より、
スライス厚やスライス数に関係なく、各Detector Rowには決まったConverter cardが対応している事が分かります。

また、Digitalスキャンデータは各Row間でConverter cardを橋渡しされてDCBへ転送されます。各RowのDigitalデータのラインは各々2本存在しており、一方はConverter cardの奇数channelデータをもう一方は偶数channelデータを取り扱っています。

③Detector の温度コントロール

Detectorは、Detector Heater Control Board (以降 DHCB) によって一定の温度に保持されてはじめて 正確に動作します。

DetectorのheaterのPowerは DHCBによって供給され、また DHCBは外部の24VDC電源からPowerを供給されています。

S-DASと M-DASとでは異なり、S-DAS には DHCBが無く DCBが直接コントロールしていました。

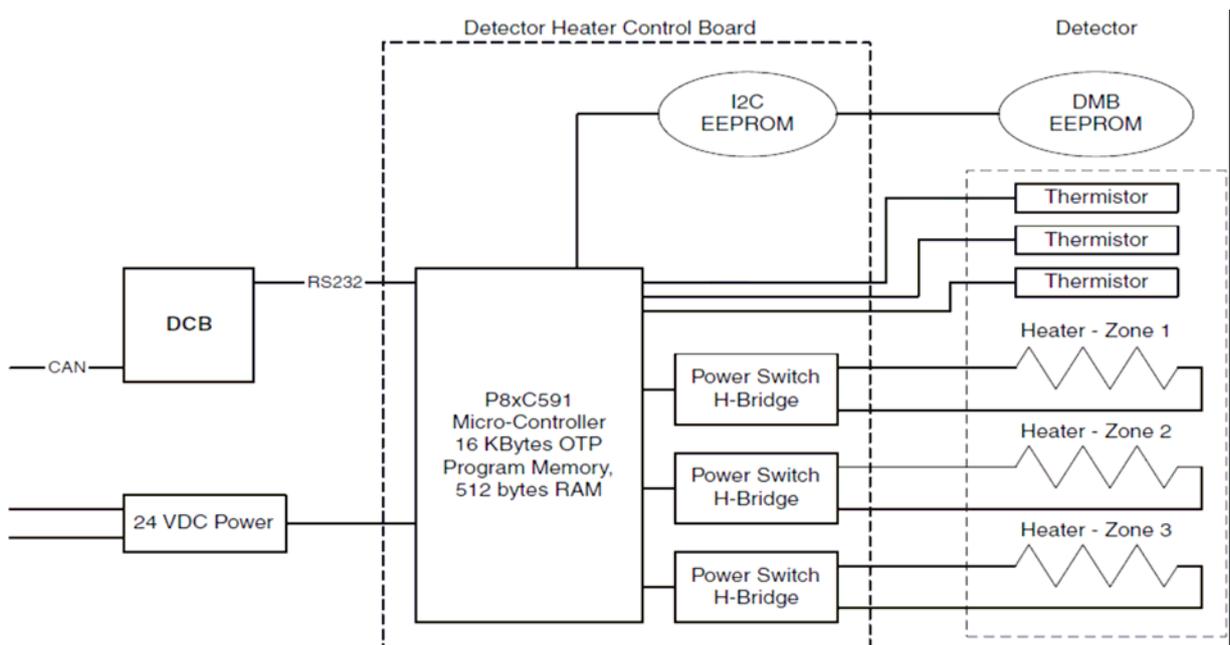
DHCB は、Detector外部のレールに埋め込まれたサーミスターによって温度を測定しデジタル信号に変換します。

これらの値は、DHCB上のレジスタに保持され、10個 のサンプルで平均されます。

その値は 上限値と下限値 と比較され、もし温度が下限値より下がった場合、DHCB は、HTR_ON シグナルによってヒータ電源をEnableにし、もし温度が上限値を超えた場合、ヒータのパワーをオフにします、このようにしてDetectorの温度を一定に保っています。

DetectorのModuleとModule間の温度は $36 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ に、サーミスタの近くでは $36 \pm 0.05^{\circ}\text{C}$ に保たれます。

Detectorの 3 つのゾーンで温度のコントロール、及び、モニタを実行し、そして、DCB にシステムへの状態、障害、そして、エラーを報告しています。



<主な関連部品>

•Converter card

Detectorから入力された電流信号を電圧変換、増幅、A/D変換してDigitalデータを作成しています。

Converter card 1枚あたり64channel分のデータを取り扱う事が可能です。

また、Converter cardでは内臓の温度センサによって周囲温度をモニタリングしています。この温度が55°Cに達するとwarning errorを、62°Cに達するとOver Temperature Fault Errorを出します。Over Temperature Fault Errorが出るとscanは停止します。

なお、どのBoardを取り扱う際も静電対策は必要ですが、このBoardは特に静電気には弱いです。交換、抜き差しなどする際は十分注意してください。

CT システムは、47および48スロットのConverter cardのID番号をチェックしています。

このチェックでは、

現在のcardのID番号とDAS Gain Calが最後に実施された時のID番号とが同じかどうかを確認しています。

よって、もし47および48スロットのConverter cardを交換した場合にはDAS Gain Calを実施する必要があります。(システムはDAS Gain Calの実行を要求してきます。)

•DCB (DAS Controller Board)

DASのコントロールを司っているBoardです。

また、DAS内のさまざまな不具合をモニタリングをしています。これらの不具合はerrorとしてOBC Assyを経由してOCへ伝達されます。

また、Converter cardから出力されるDigitalスキャンデータのRF Slip Ringへの転送も行っています。

さらに以下の機能を有しています。

- DAS Triggerのjitter/timeoutの検出
- Detector温度のコントロール/モニタリング
- Detector cellのFET switch 切り替え
- DAS Power Supplyのモニタリング
- scan毎にその時々のkV/mA値の収集
- Z-axis collimatorのコントロール。(これについてはCollimatorにて説明します。)

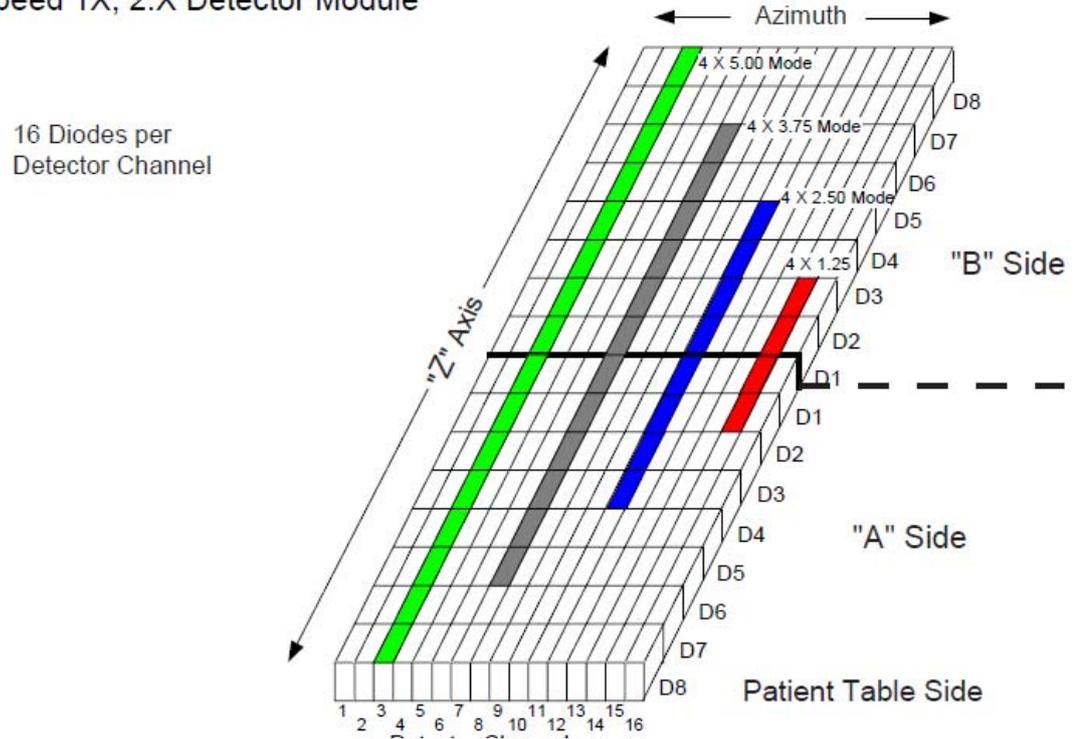
なお、DCBを交換した時には flash down loadが必要です。

•Left/Center/Right Box

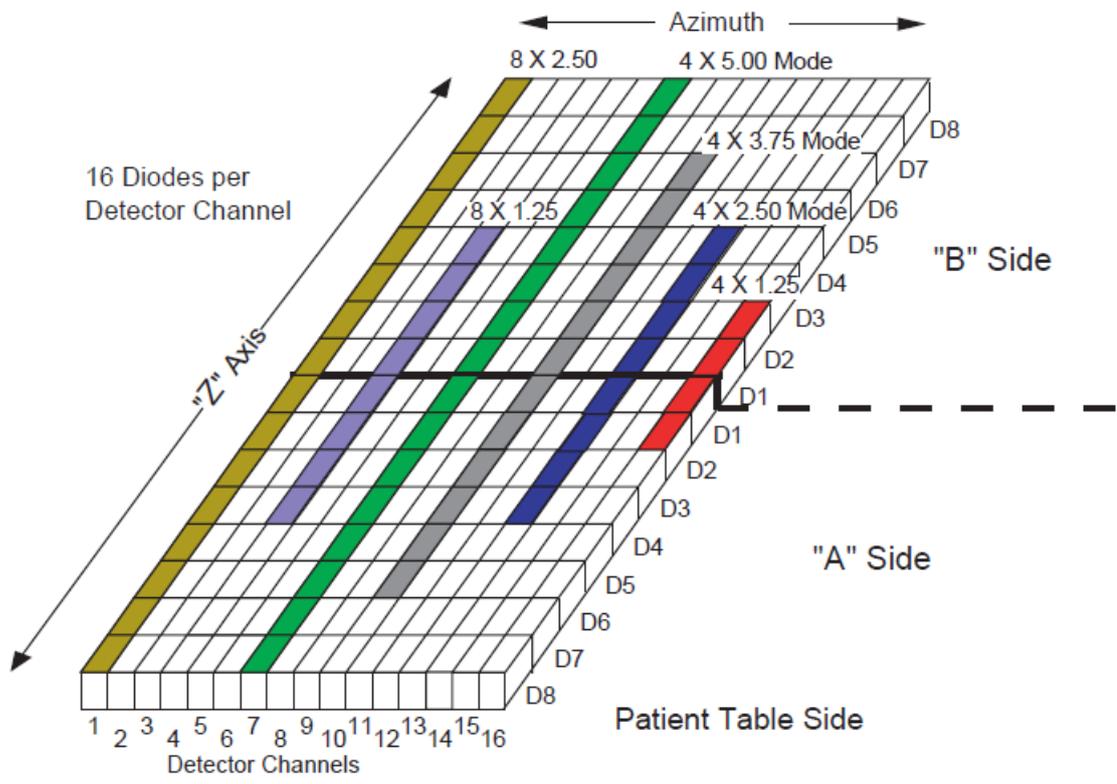
Converter cardがセットされるBoxです。

またDetectorとのインターフェースであるElastometricコネクタが接続されます。

LightSpeed 1X, 2.X Detector Module



LightSpeed 3.X Detector Module



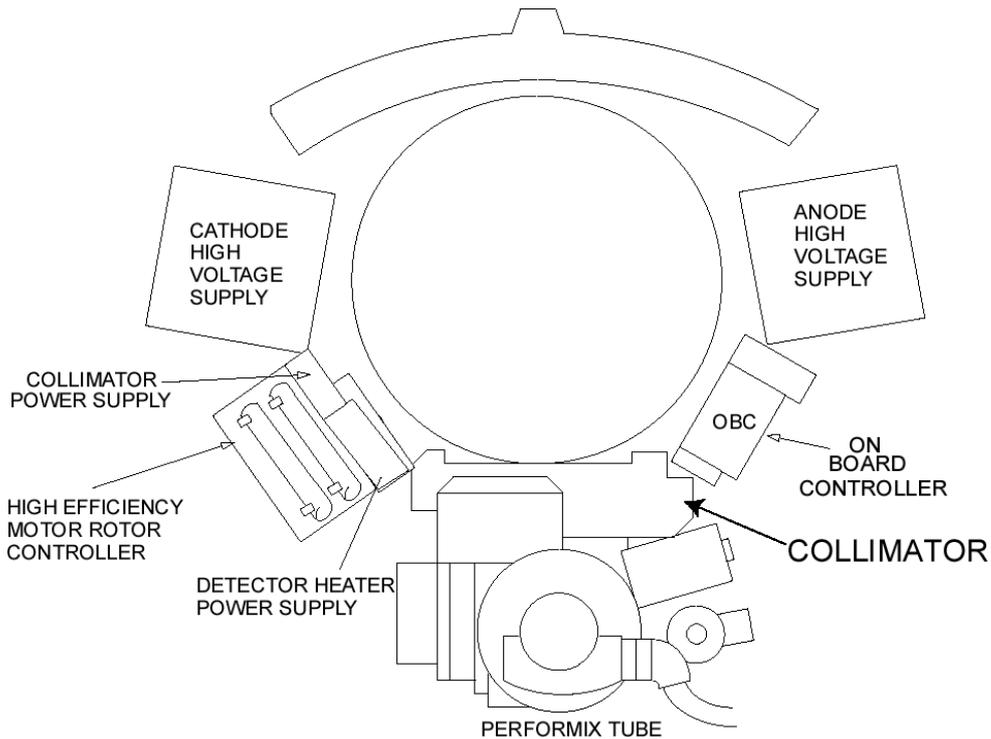
③Collimator (Data Acquisition System)

<Collimatorの動作概要>

CollimatorはTube X線照射面の直下に取り付けられていて、その主な働きとしては

- (1) Bowtie Filterの設定機能
- (2) X線ビーム幅の設定機能
- (3) Z-axis beam tracking機能

が挙げられます。ここでは、これらの説明をします。



(1) Bowtie Filterの設定機能

CTシステムではBowtie Filterと呼ばれるFilterを用いる事でX線強度を調整しています。このFilterは被写体の大きさによって、その種類を変更させています。Bowtie Filterの設定としては以下の3つのモードが用意されています。

- Air (Filterなし、これはAir calibrationの為)
- Bowtie (頭などの小さな被写体の時)
- Large Bowtie (お腹などの大きな被写体の時)

(2) X線ビーム幅の設定機能

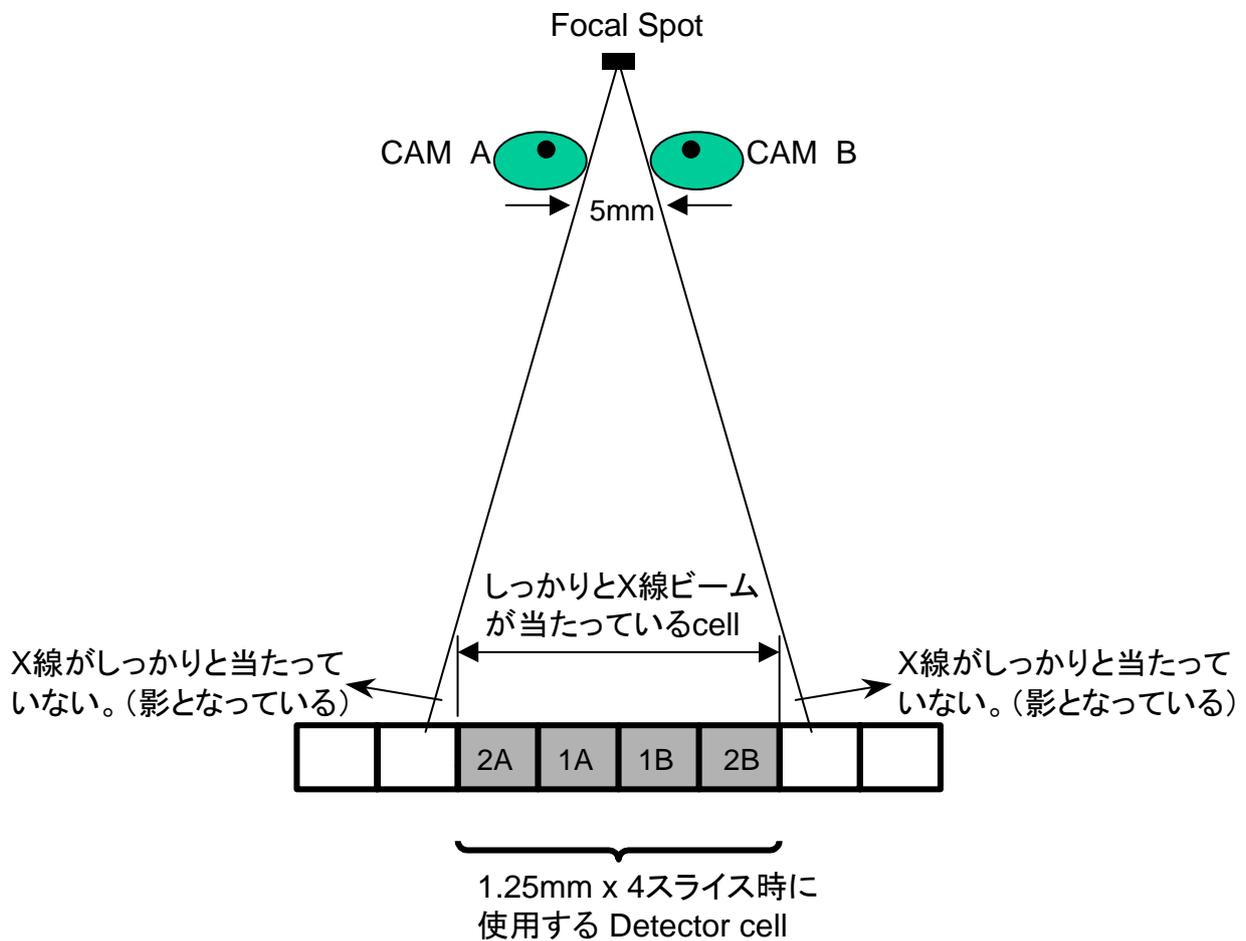
CTシステムでは無駄被爆が生じないように、被写体に照射するX線ビーム幅を調整・変更しています。

QXi システムではスライス厚の設定自体はDetectorの項で説明した様に、Detector cellの結合状態を変更する事によって実施されますが、Tubeより照射されるX線ビーム幅はCollimatorによって制御され、スライス厚設定のおおよそ4倍のX線ビームがDetectorに照射される様にCollimatorは動作します。

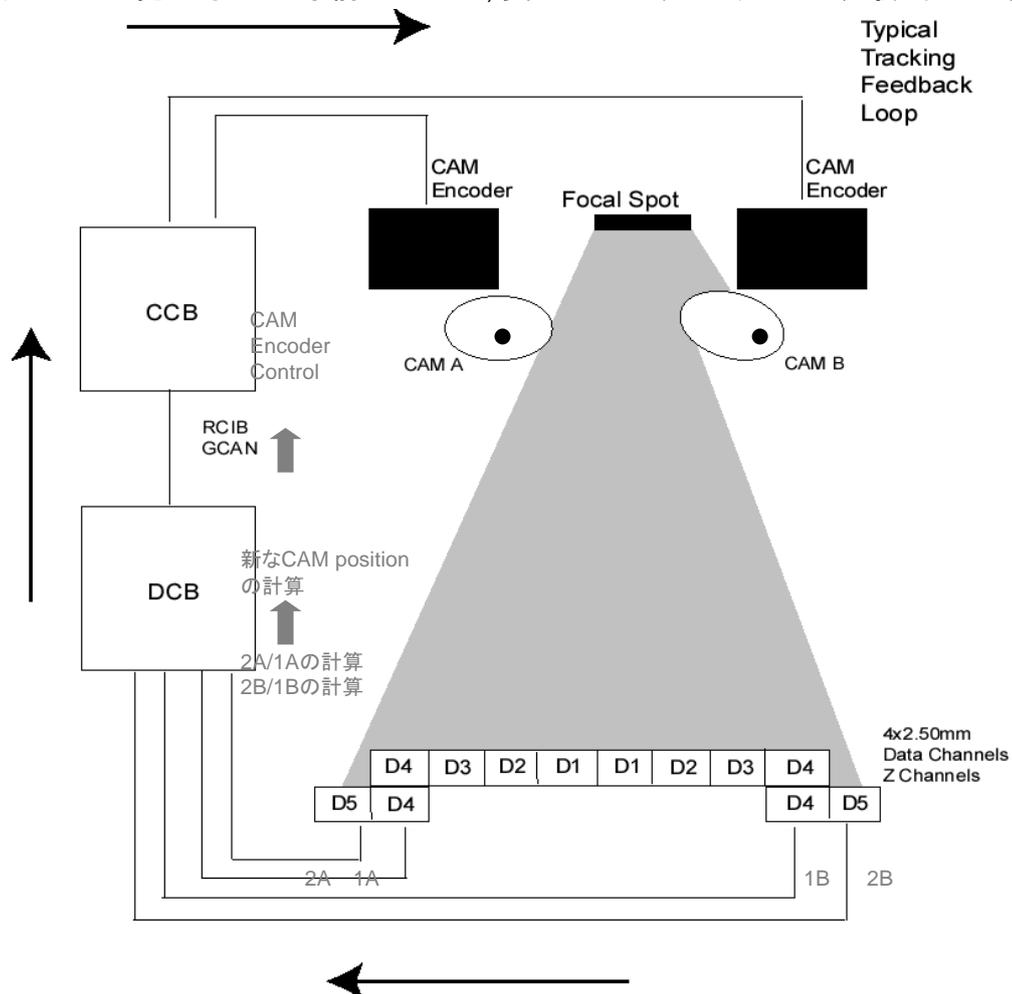
例えば、1.25mm x 4スライスに設定した場合、Collimatorから出力されるX線ビーム幅は約5mmとなります。

約5mmとは、2A,1A,1B, 2B 各RowにはしっかりとX線ビームが当たらなければいけないので、X線ビームはcell端の2A,2Bから少しはみ出す状態となっている事を意味します。

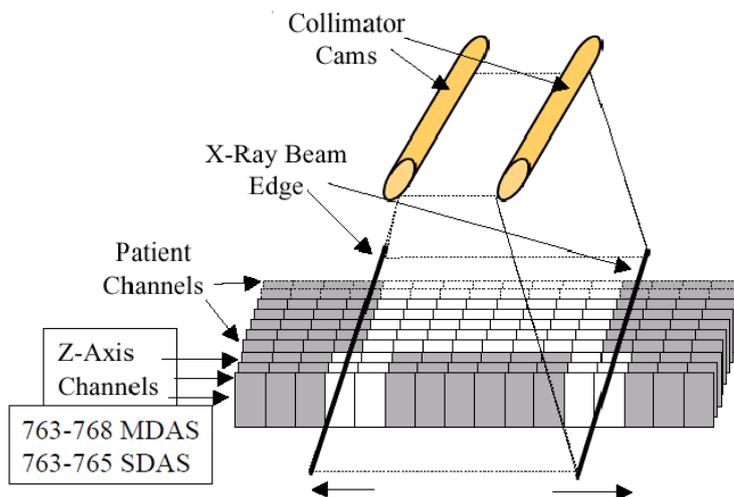
この事は他のスライス厚設定でも同様です。



QXi システム CollimatorのX線ビーム幅を調整している部分はCAMと呼ばれる2つの楕円型タングステン(=材料の名前)で構成されています。
 これらはCAM-A, CAM-Bと呼ばれています。
 (Tableから見て向かって手前がCAM-A, 奥がCAM-B、つまりRowの定義と同じです。)



X線ビーム幅はCCB (Collimator Controller Board) によって制御されているCAMを回転させる事により行われています。
 2つのCAMはそれぞれ独立制御が行われています。



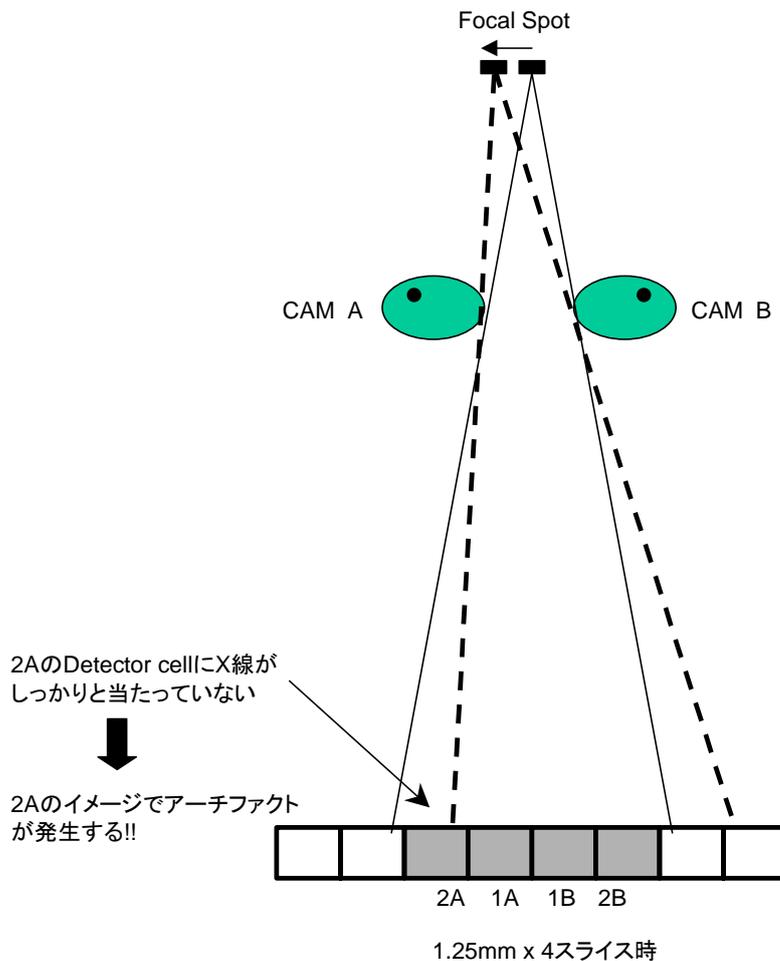
(3) Z-axis beam tracking

Tubeから照射されるX線ビームはTubeの温度、Gantry回転における振動、Tilt角度などによって、Detectorにあたる位置が変動(焦点変動)していますが、これはイメージアーチファクトの発生原因となり得ます。
従来のCTシステムではこのビーム焦点変動の影響を低減させるためにQ-calと呼ばれるデータを収集、作成し、補正をかけていました。

QXi システムにおいても同様にX線ビーム焦点変動は起こるのですが、QXi システムでは従来のCTシステム以上にX線ビーム変動に対して注意をはらう必要があります。

次の図を見てください。

この図では1.25mm x 4sliceにおけるX線ビームを表わしています。



この図をみると、X線ビームの焦点が変動した時に、本来X線があたるべき Row 2A部分のDetector cellにしっかりとしたX線が当たっていない事が分かります。
この様な状態になると、Row 2Aのイメージにはアーチファクトが発生してしまいます。

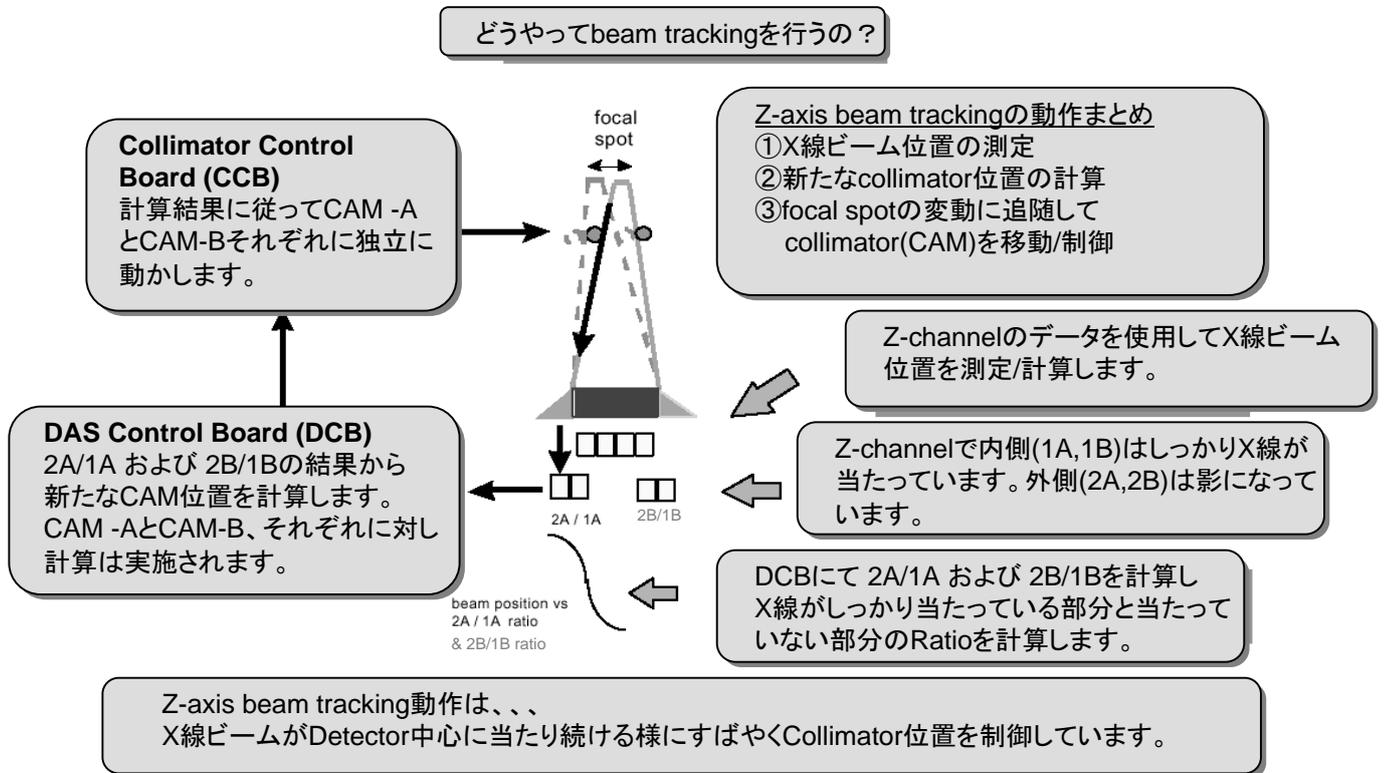
では、もっと幅広いX線ビームを照射し、上記の例に示した状態が起こらない様にすればよいのでしょうか？

これは、患者さんにとって無駄被爆の何ものでもありませんので望ましい解決策ではありません。

そこでQXi システムではX線が照射されている間中、Collimator CAMを制御する事によってX線ビームが常にDetector中心に照射される様、かつ必要な範囲(ビーム幅)のみ照射される様にコントロールしています。

この事をZ-axis beam tracking(ビームトラッキング)と呼んでいます。

以下にZ-axis beam trackingの動作原理を簡単に説明します。



[Z-axis beam trackingの動作]

Z axis control用channel (763,764,765channel)のデータを利用し、現在のX線ビーム焦点位置を測定します。
これはしっかりX線が当たっているcellと陰になっているcellとの比を計算する事で実施されます。
計算はDCBにて実行されています。(2A/1A および2B/1B)

↓
上記計算結果を利用し、ビーム焦点変動が発生していた場合には、新たなCollimator位置を計算します。
計算は DCBにて実行されています。
そしてDCBではCollimatorコントロール用の信号をCCBに送ります。

↓
実際にCollimator、具体的にはCAM-A,CAM-Bが動き、ビーム焦点が補正されます。
CAM-A,CAM-Bの移動はCCBによってそれぞれ独立に制御されます。

なお、X線ビーム焦点公差はFast Cal時に計算しています。
実スキャン中、ビーム焦点がこの公差をスペックアウトした時にはCollimator CAM位置は一旦、現状位置に保たれます。
そして、さらにGantry回転が90° 進んでも同じならば故障と判断し、スキャンを停止させます。

<主な関連部品>

- Filter Assy

X線強度を調整しています。以下の3つのモードが用意されています。

- (1) Air (Filterなし、これはAir calibrationの為)
- (2) Bowtie (頭などの小さな被写体の時)
- (3) Large Bowtie (お腹などの大きな被写体の時)

なお、Filter Assyを交換した場合にはCBFアライメントが必要です。

- CCB (Collimator Control Board)

Collimatorにおける各種動作(CAM動作、Filter動作など)を制御しています。

なお、このBoardを交換した時は Flash downloadが必要です。

- CAM Motor Drive Assy

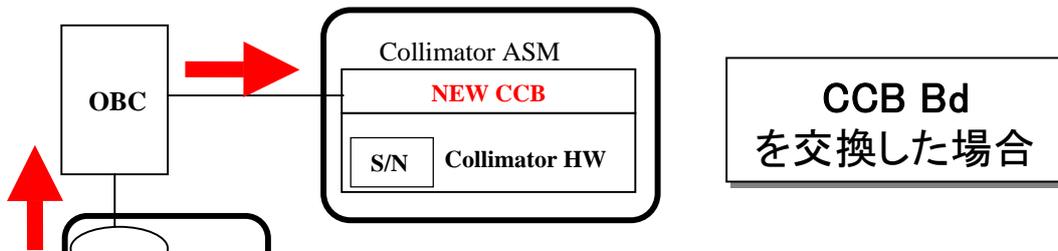
CAM/CAM Motor DriveはTubeから照射されるX線ビーム幅の調整やビーム焦点位置の変動補正を司っています。

[参考]

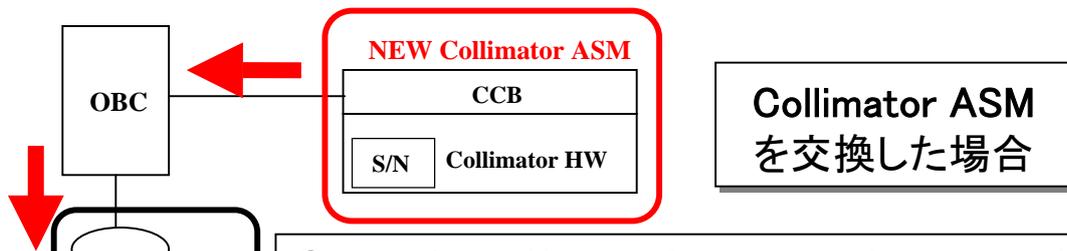
- Collimator Assy

Collimator Assy一式の交換を行う場合は、管球がCollimatorに付いているので管球を一度降ろすことになります。

Collimatorを交換した場合には、POR、BOW、CBF、ISO、Full Calibrationを実施する必要があります。



- ① 交換したCCB が持っている aperture.char と System Diskが持っている aperture.char は違うものなので Flash Downloadを実行します。
- ② Flash Download中に Collimator HW のS/Nを入力する。
- ③ 入力されたS/Nは、System Disk上のaperture.charのS/Nと一致します、すると、System Disk 上のaperture.charファイルが CCB にダウンロードされます。



- ① 交換したCCB が持っている aperture.char と System Diskが持っている aperture.char は違うものなので Flash Downloadを実行します。
- ② Flash Download中に Collimator HW のS/Nを入力する。
- ③ 入力されたS/Nは、CCB上のaperture.charのS/Nと一致します、すると CCB上のaperture.charファイルは System Disk にダウンロードされます

参考資料 1 : Flash Download 時にCCBIに関するFileは

ccb.bin, ccb	general.cfg
aperture.char	filter.cfg
aperture.cfg	z_axis.cfg

参考資料 2:
Aperture.char ファイル情報から CollimatorのS/Nを調べる

TAC 有った Pro16は CollimatorのS/Nが3000451で ファイルの内容は以下でした。

```
[root@ct99]# more aperture.char
45
-14205
1
2
-500
以下とても長く続く.....
```

45の16進は2D
-14205 の16進は、FFFFFFFFFFFFC883 (Word表示だとC883)となるので 2D と C883着けて、2DC883 を 10進に直せば 3000451 となります。

參考資料 3:

How to find collimator serial number using a unix shell and running a command.
This will find the serial number on the system disk, not actually on the collimator.
LIGHTSPEED PRODUCTS - ALL

How to find the serial number of the collimator as found on the system disk or on the state media.
The below example shows how for the system disk. (Main items are bolded.)
This could be useful when replacing the ccb or Collimator Control Board.
If the system has an sbc, do this first <rsh sbc>

```
[root@ct01]# cd /usr/g/ss_fw/collimator
[root@ct01]# pwd
/usr/g/ss_fw/collimator
[root@ct01]# ls
aperture.cfg aperture.char ccb.bin ccb_general.cfg filter.cfg z_axis.cfg
[root@ct01]# more aperture.char
4
51125
1
2
65036
8900
64036
1500
4473
4472
4472
4471
.....and lots more data
```

The 4 and the 51125 represent the collimator serial number
We will use the calculator in Windows to do the conversion
on your laptop, Start -> Programs -> Accesories -> Calculator
On the Calculator, View -> Scientific

Select Decimal and enter the first number (4 Dec in our example)
then select Hex. It converts to 4 Hex in our example.
Write down this first number (4)

Now select Dec on the Calculator and press <C> to clear.
Enter the second number (51125 Dec in our example)
then select Hex. It converts to C7B5 Hex in our example.
Write this second number behind your first number (4C7B5)
(The Calculator is still in Hex).
Press <C> and enter number 4C7B5 and then press Dec

Presto, the serial number is our example is 313269! (notice the CNx is truncated)

=====
another example showing finding the serial number is GIB

http://egems.gemedicalsystems.com/gib/gib_entry.jsp

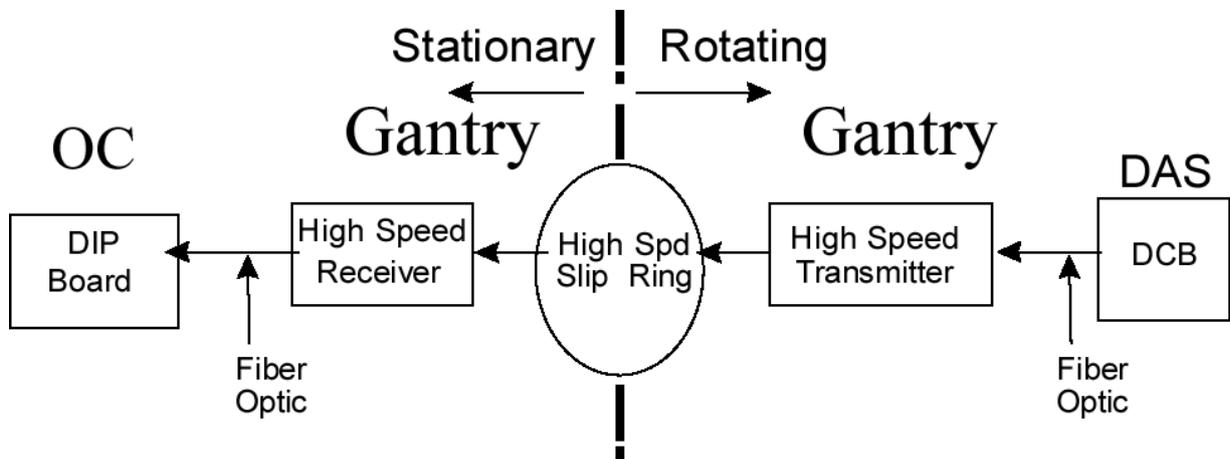
GIB - Changes to Installed Base
SystemId: 865544CT1
Name: UNIVERSITY OF TENN MEM HOSP
System Install Date: 2000-06-30
OCP: 0970
FDO: 016186
BS: 001
Line # : 020
Model: 2214768
Serial: 00000252946CN9
Desc.: HELIOS COLLIMATOR

Scan data Transfer

DAS DCBから出力されたスキャンデータはTAXIフォーマットにて、



ちなみにこの系でSlip Ring以外の部分、つまりDAS DCB - Transmitter間, Receiver - DIP間
は光ファイバーケーブルにて接続されています。



この章ではスキャンデータ(DASデータ)転送、特にHigh Speed Slip Ringとその周辺について説明
します。

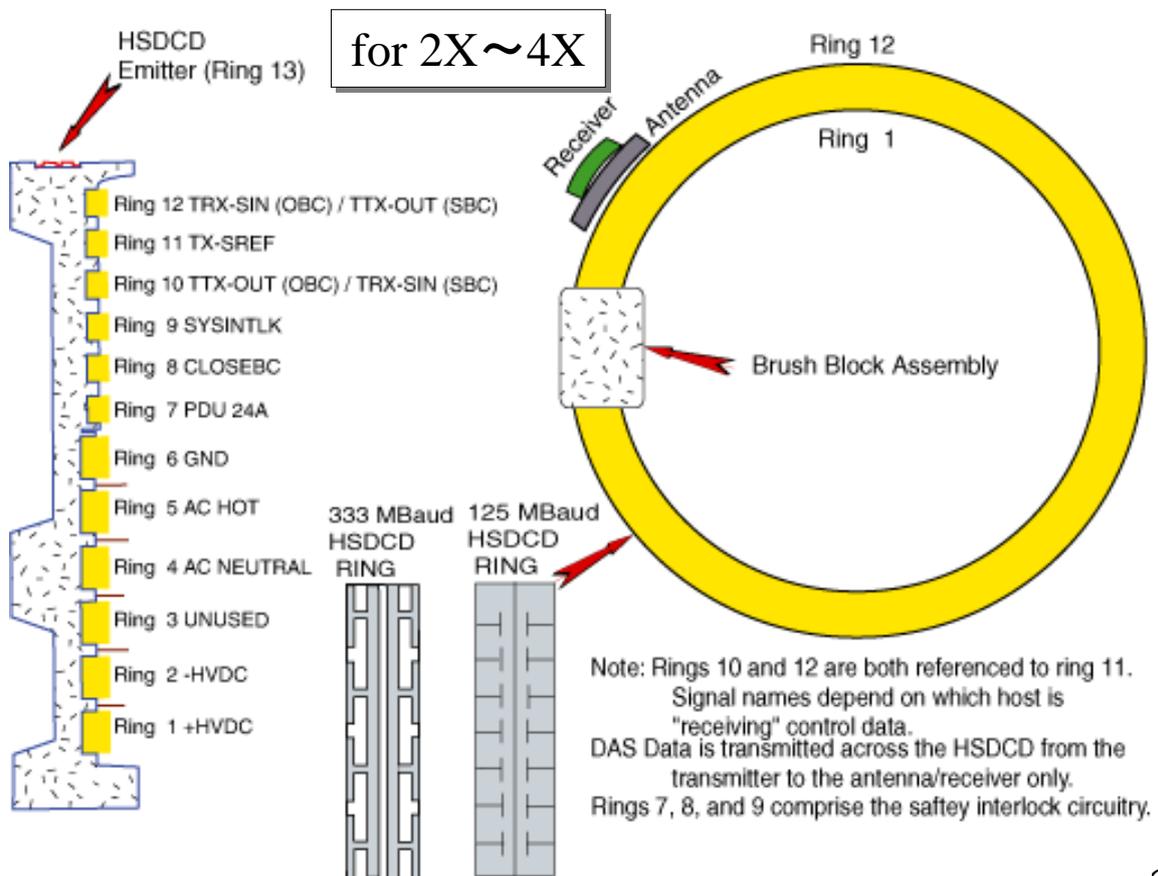
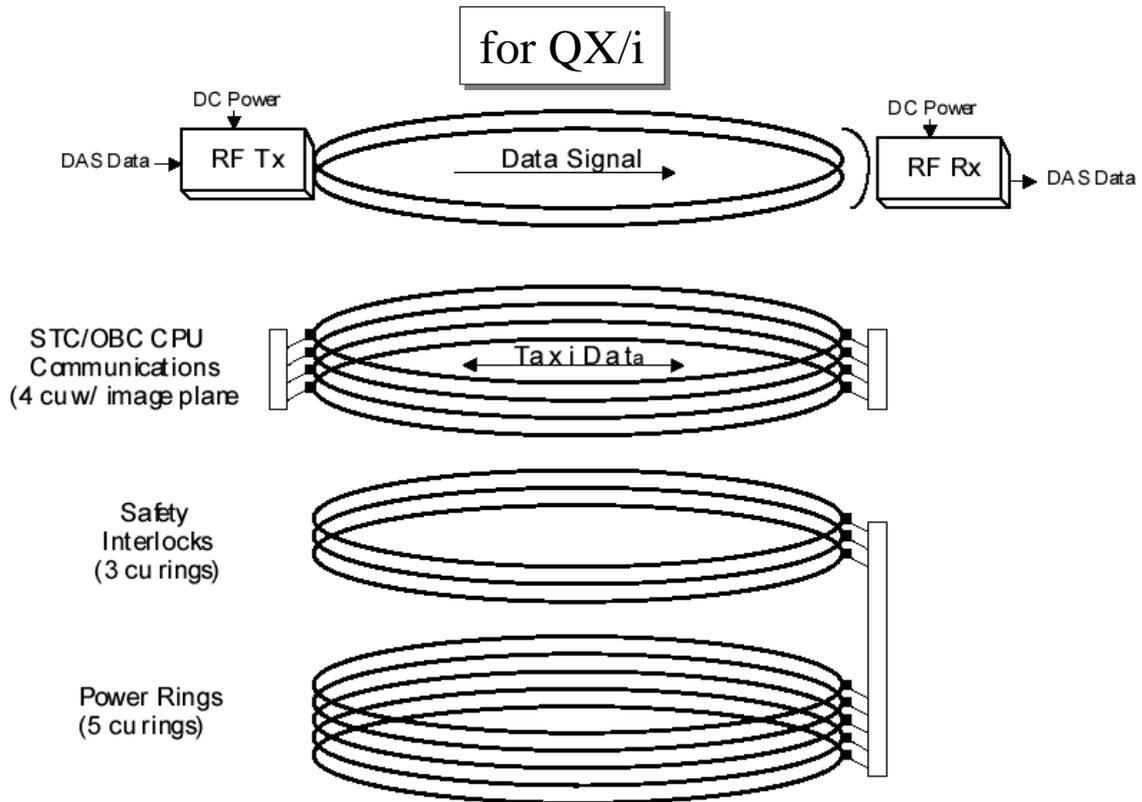
<Slip Ringの構成>

Slip RingとはGantry 回転部と固定部の間における各信号の通信、回転部への電源の供給の役割
を担っています。

Slip Ringはその役割で分けると以下の4つに大別されます。

- ①スキャンデータ(DASデータ)用 High Speed Slip Ring
- ②OBC - STC間通信用 Hard Slip Ring
- ③Safety Interlock用 Hard Slip Ring
- ④電源用 Hard Slip Ring

次のページに 各種 SlipRingの構成図を付けました。



ここでは①スキャンデータ(DASデータ)用 High Speed Slip Ringに関してさらに見ていきます。

<Slip Ringの種類>

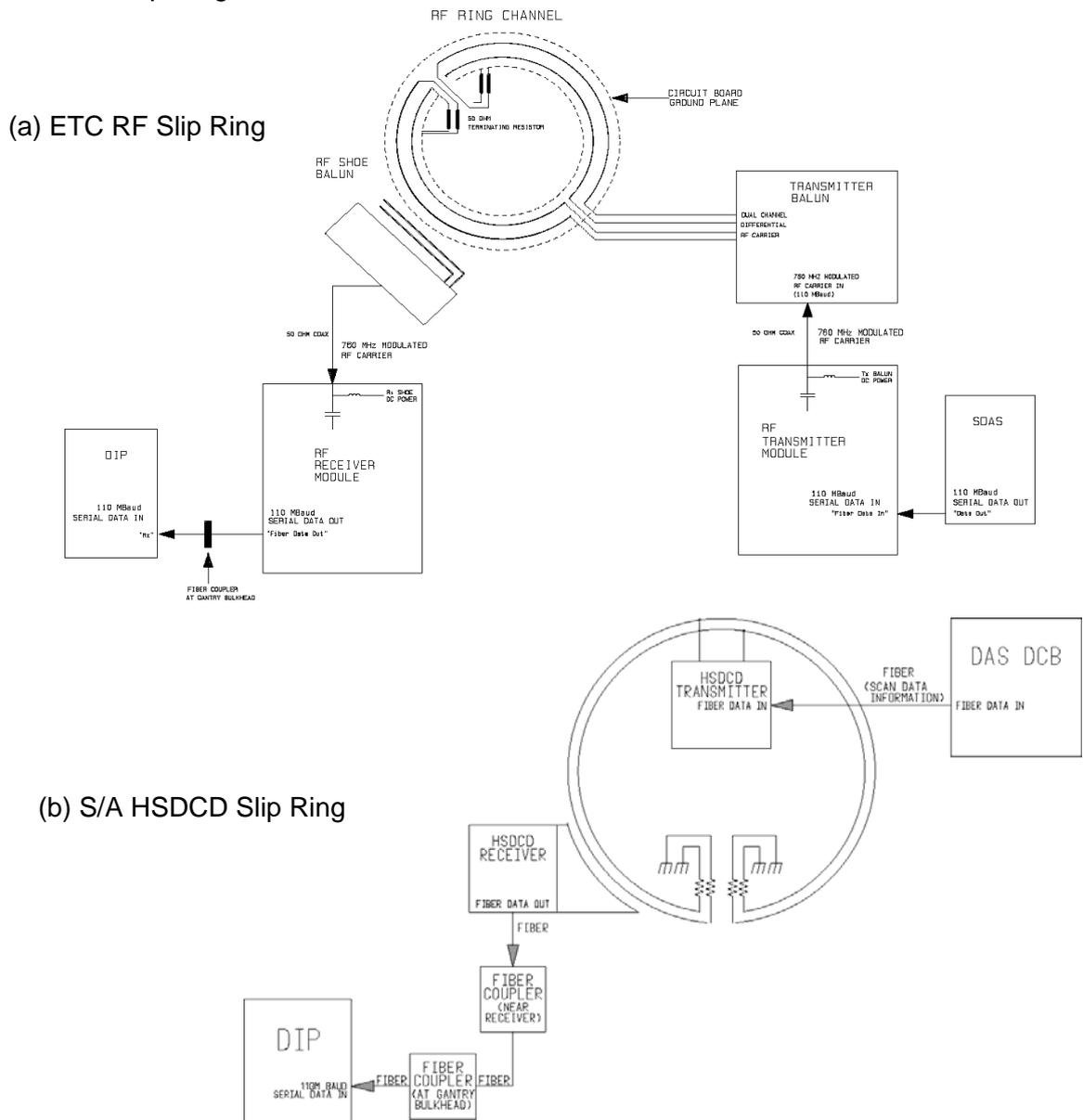
LightSpeedのHigh Speed Slip Ringには以下の2種類(メーカー)が存在します。

- (a) ETC RF Slip Ring (Slip Ring枠が緑色のタイプ)
- (b) S/A HSDCD Slip Ring (Slip Ring枠が青色のタイプ)

(a)のETC, (b)のS/A(Schleifring und Apparatebau: 通称シュナイフリングと呼ぶ)はそれぞれSlip Ringメーカーの名前です。

この2つのSlip Ringはスキャンデータ(DASデータ)をSlip Ringを媒介にTransmitter→Receiverへ転送するという意味で、その役割は同じですが、データの伝播方法が異なります。

以下に各々のSlip Ringの概念図をのせます。



- (a)ではRF変調信号を用いています。
- (b)ではHSDCD変調信号を用いています。

なお、(a)と(b)で伝播信号が違うので使用しているTransmitter, Receiverは違います。 63

<主な関連部品>

•Slip Ring

Brushとともに信号/電源の伝搬を担っています。

•Brush

Slip Ringとメカ的に接触し、信号/電源の伝搬を担っています。
Power brushとSignal brushの2種類あります。

ETC製(緑)のブラシはカドミウムが含まれるため 掃除機はHEPAを使用し
その廃棄は サービスコミュニケーションのJSC-05J-10を参照してください。

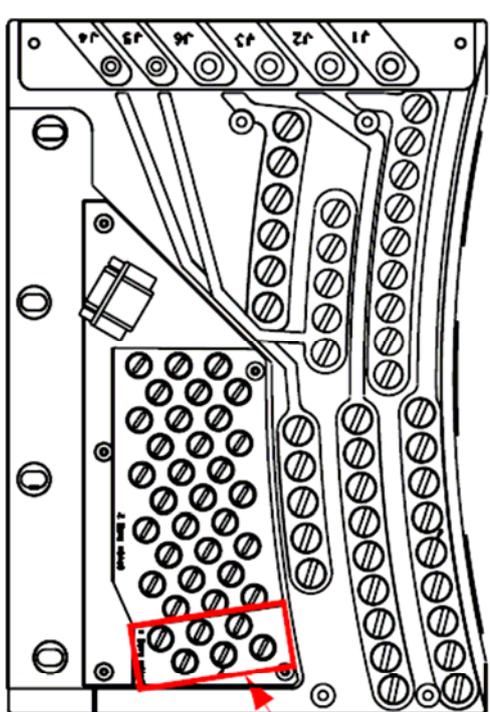
Schleifring製(青)でディスクタイプ(ドラムじゃない方)のSlip Ringは、
現在、LightSpeed Plus/UltraとHiSpeed系、ProSpeed系で共通です。
このタイプのSlip Ringで使用するSignal Brushの交換キットには、2種類のBrushが
入っており、それぞれ使用する場所が違うので注意が必要です。

HSDCD用のSignal Brush Tip Kit 2245480 に含まれるBrush

- 2253677 32本(30本使用) Silver 64%, Carbon 36% マーク無し
- 2253678 8本(6本使用) Silver 93%, Carbon 7% 赤マーク有

赤マークが付いているタイプのブラシはSignal Ringをクリーニングするために銀の
含有率を高くしてあります。 また、セルフクリーニングの効果を高める為に配置
する場所も決まっているので、ブラシ交換時は注意して下さい。

CT020730 Signal Brush交換時の注意(HSDCD)より抜粋



この赤枠で囲まれている6本には下図のような
頭に赤いマークが付いているブラシを使用して下さい。

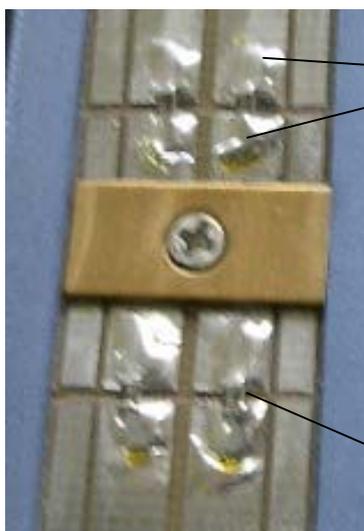
[ETC Slip Ringの場合]

- RF Transmitter
DAS DCBからのTAXIフォーマットのスキャンデータ(DASデータ)が光ファイバーケーブルによって入力されます。このデータをRF変調、スキャンデータを重畳させ、その信号をBalunへ出力します。
- Balun
Transmitterから入力されたRF変調信号から位相反転した信号を作成し、差動信号を作成し、この差動RF信号をHigh Speed Slip Ringへ転送しています。
- Shoe
High Speed Slip Ringから差動RF信号をピックアップし、RF Receiverへ出力します。
- RF Receiver
Shoeからの差動RF信号を増幅し、元のTAXIフォーマットのスキャンデータに復調しています。そしてこのデータを光ファイバケーブルを経由させ、DIPへ転送しています。
- Terminator
RF Slip Ringを50Ω終端しています。

[S/A Slip Ringの場合]

- HSDCD Transmitter
DAS DCBからのTAXIフォーマットのスキャンデータ(DASデータ)が光ファイバーケーブルによって入力されます。このデータをHSDCD変調、差動信号化し、High Speed Slip Ringへ転送しています。なお、HSDCDはHigh Speed Data Capacitive Deviceの略です。
- HSDCD Receiver
High Speed Slip Ringから差動HSDCD信号をアンテナによってピックアップし、その信号を増幅し、元のTAXIフォーマットのスキャンデータに復調しています。そしてこのデータを光ファイバケーブルを経由させ、DIPへ転送しています。
- Terminator
HSDCD Slip Ringを16Ω抵抗を使用して終端しています。

CT040405 HSDCD SLIP RING(青いタイプ)の終端抵抗値より抜粋



この間の抵抗4ヶ所
RINGにより0.5Ω位の違い有ります

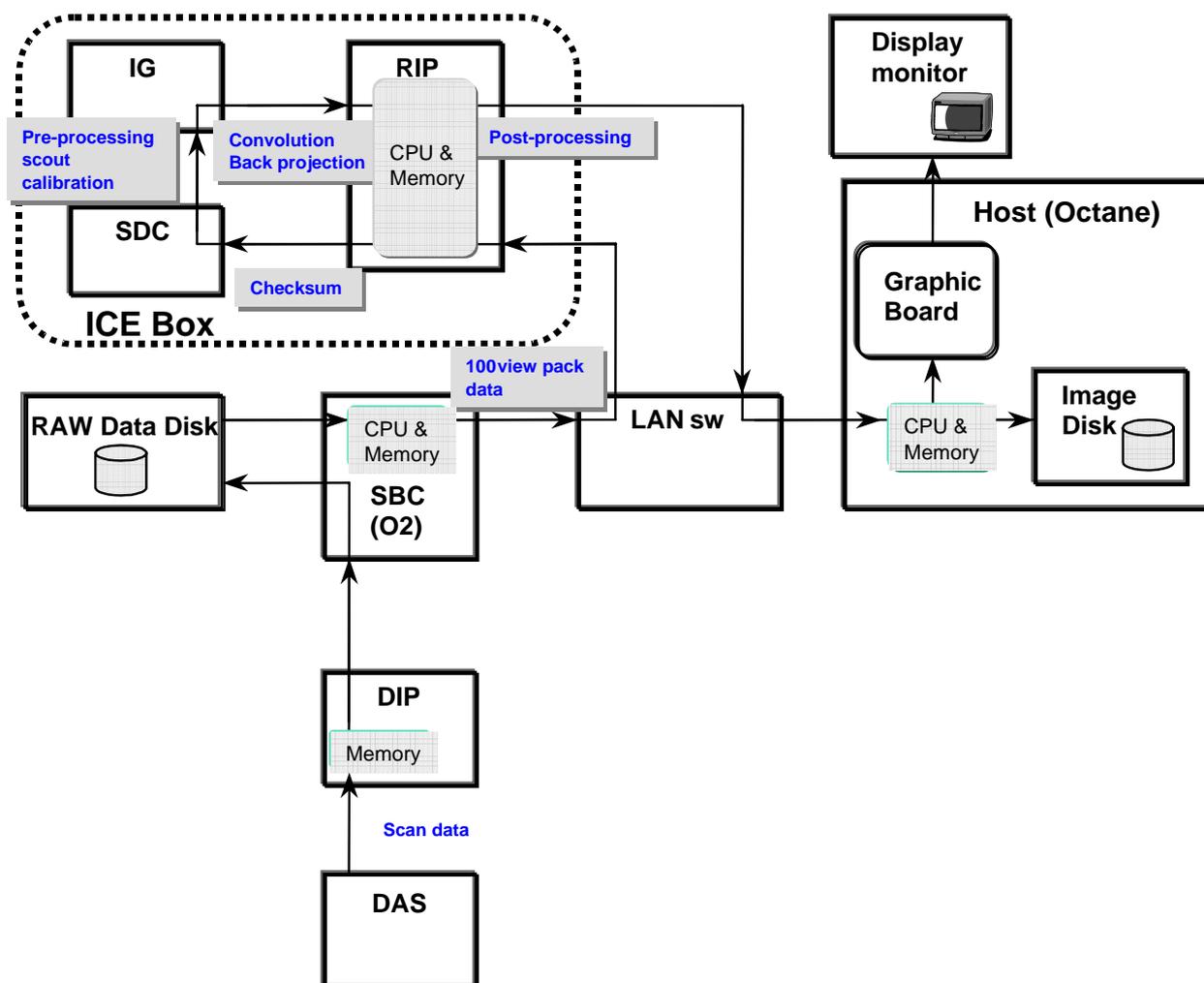
HiSpeed、ProSpeed系 約9.0Ω
LS Plus 約8.7Ω
LS Ultra 約4.8Ω(MDAS Plus含む)
LS 16 約18.7Ω

終端抵抗

Image Generation

この章ではイメージデータが作成されるまでの一連の流れについて説明します。イメージデータの作成プロセスにおいて、O2 (SBC)の有無によってデータハンドリングが若干異なりますが、基本はほぼ同じですので、ここではO2がある場合について詳細に説明します。O2がない場合については図のみ示します。

(1) O2 (SBC)がある場合



DASから出力されたスキャンデータは、まず、DIP (Das Interface Processor) Boardに入力され、Scan Data Disk (High Speed Diskともいう。ここではHSDと呼ぶ)へ一時的に保管されるとともに

SBCのメモリ

↓ LAN switch 経由

Recon Interface Processor(RIP) Board

↓ VME bus 経由

Scan Data Correction (SDC) Boardへ送られます。

RIP/SDCでは送られてきたスキャンデータを使用して画像化するための前処理を行っています。前処理されたデータはその後、Image Generator (IG) Boardに送られ、ここで、バックプロジェクションと呼ばれる計算を実行します。

バックプロジェクションされたデータは再びRIPに戻され、ここでDICOMフォーマットの最終的な画像再構成が実施されます。

このイメージデータはLAN switch経由でHost (OC)に送られ、System Diskに保管されると同時に画像をDisplayに表示する為にGraphic Boardへ転送されます。

こうしてオペレータはCT画像を見ることができます。

なお、RIP, SDC, IG 各Boardはイメージの作成を行っているという事で一まとめにして、ICE Box (ICE: Image Chain Engine)と呼ばれています。

イメージの作成機能は大きくわけて、以下の6つのプロセスによって実行されています。

- | | |
|-----------------------------|---------------------|
| ①Scan data Save | (HSDへのスキャンデータ保管) |
| ②Data Restore | (スキャンデータの取り出し) |
| ③Pre-Processing | (前処理の計算を実施) |
| ④Filtered Back Projection | (バックプロジェクションの計算を実施) |
| ⑤Post Processing | (DICOMフォーマット画像の作成) |
| ⑥Image data Transfer & Save | (画像データの転送と格納) |

ここで、①～⑥をさらに詳細に見ていきます。

①Scan data Save

DASから出力されたスキャンデータは、まず、DIP (Das Interface Processor) Boardに入力されます。

DIPではX線照射中、転送されてきたスキャンデータに対し、FEC(Forward Error Correction)というデータ転送におけるエラー補正をかけます。

エラーがある場合には補正をかけ、その数をカウントします。

もしエラーを補正しきれない場合、DIPはabort信号を発生し、スキャンを停止させます。

例えば、1スキャン中には決まったスキャンデータ数がDIPに入力されるわけですが、もしスキャンデータがなんらかの理由により数が足りない状態となるとDIPはabort信号を発生し、スキャンを停止させます。

DIPにてFECされたスキャンデータはScan Data Disk (HSD)に転送、保管されます。

②Data Restore

Reconの開始にあたり、SBCはHSDに保管されているスキャンデータをいったん、SBC内のDIMMメモリー(SDRAM)に引き上げます。

そしてスキャンデータを100viewブロックずつの単位に分割、checksumを作成し、これらのデータをLAN switch経由でRIPへ転送します。

③Pre-Processing

RIPではSBCから送られてきたスキャンデータのchecksumを利用してデータのミスマッチがないかチェックした後、データをRIP内のメモリーへいったん格納します。

その後、このブロックされたスキャンデータはVME busを通してSDCへ転送されます。

SDCでは各view毎ごとに画像化の為に前処理を実行します。

処理が終了したデータはVME busを通してIGへ転送されます。

④Filtered Back Projection

SDCから出力された前処理データはIGへ入力されます。この際、SDCとIGは互いの状況を確認し合いながらデータの転送を実行します。
もしデータの転送中に不具合が発生したら、作業はabortされます。

転送中に何も問題が生じなければ、IGはバックプロジェクションと呼ばれる計算によってデータのフィルタリングを実行します。
これはSDCから送られてくる、view毎にブロック化されたデータに対して実行されています。
この計算は最後のブロックデータが終了するまで継続されます。
すべてのブロックデータの計算が終了したら、IGは完了メッセージをRIPにレポートします。

⑤Post Processing

RIPではIGからの計算完了メッセージとブロックデータを受け取って、最終的な画像作成を開始します。checksumによってデータのチェックを行った後、画像構成、ringfixと呼ばれる補正をかけます。
これにより、512x512 サイズのイメージデータが作成されます。
IGからすべてのブロックデータの出力が完了すると、IGはSBCへ完了信号(igout)を送り、Image Transferの準備に入ります。

なお、ここで言うイメージデータは以下の2つの要素から成り立っています。

- pixelデータ →純粋に画像となるデータ
- headerデータ →スキャン情報のデータ

⑥Image data Transfer & Save

SBCはIGからigout信号を受け取るとHost (OC)へイメージの引き上げをリクエストします。Host (OC)はこのリクエストに応じて、イメージデータを転送する様にRIPへ命令します。
これにより、イメージデータはRIPからLAN switchを経由してHost (OC) Disk内のImage Disk領域へ転送され、ここでchecksumによるデータの確認を行います。
その後、pixelデータは一度Host (OC)内のDIMMメモリー(SDRAM)へ引き上げられ、headerデータと共にImage Diskへ保存されます。
また、データベースエントリー(DBエントリー) がSystem Disk領域のデータベースへ追加されます。

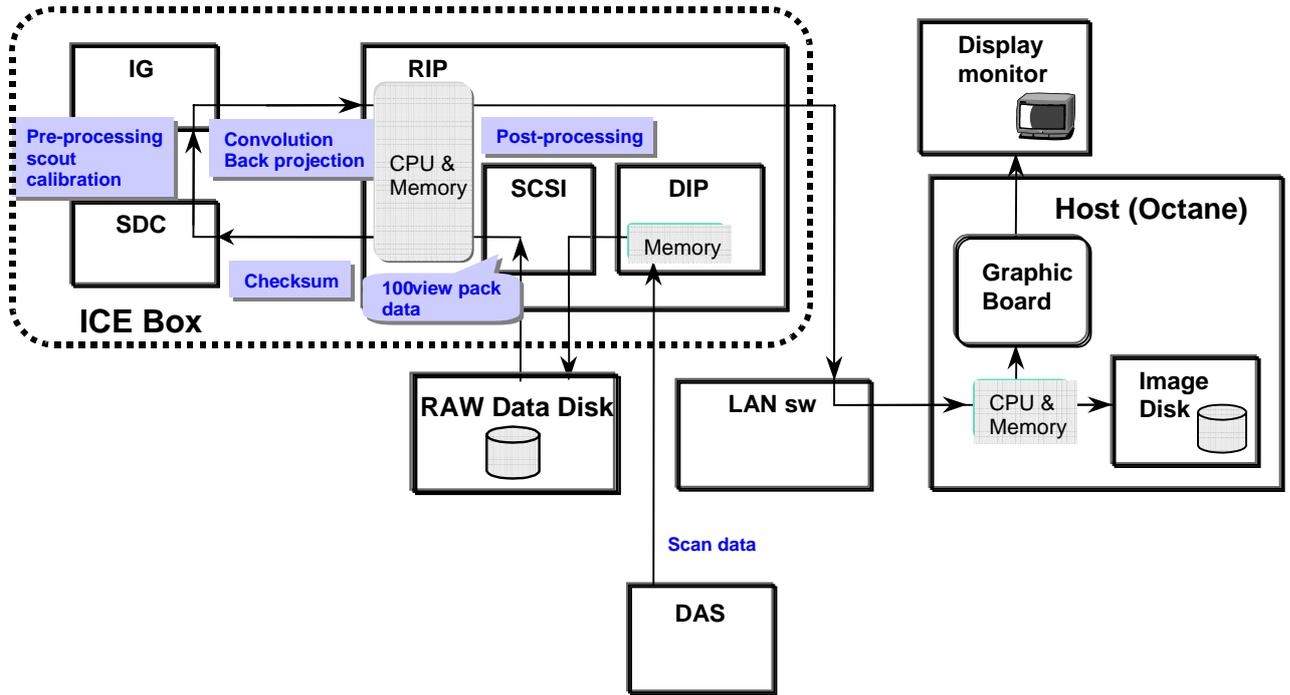
エントリーがSystem Disk領域のデータベースに追加される事で、そのイメージはImage Browser上でリストとして表示され、オペレータが任意に選択、Display上に表示する事が可能となります。

[補足 :Host (OC)のDiskに関して]

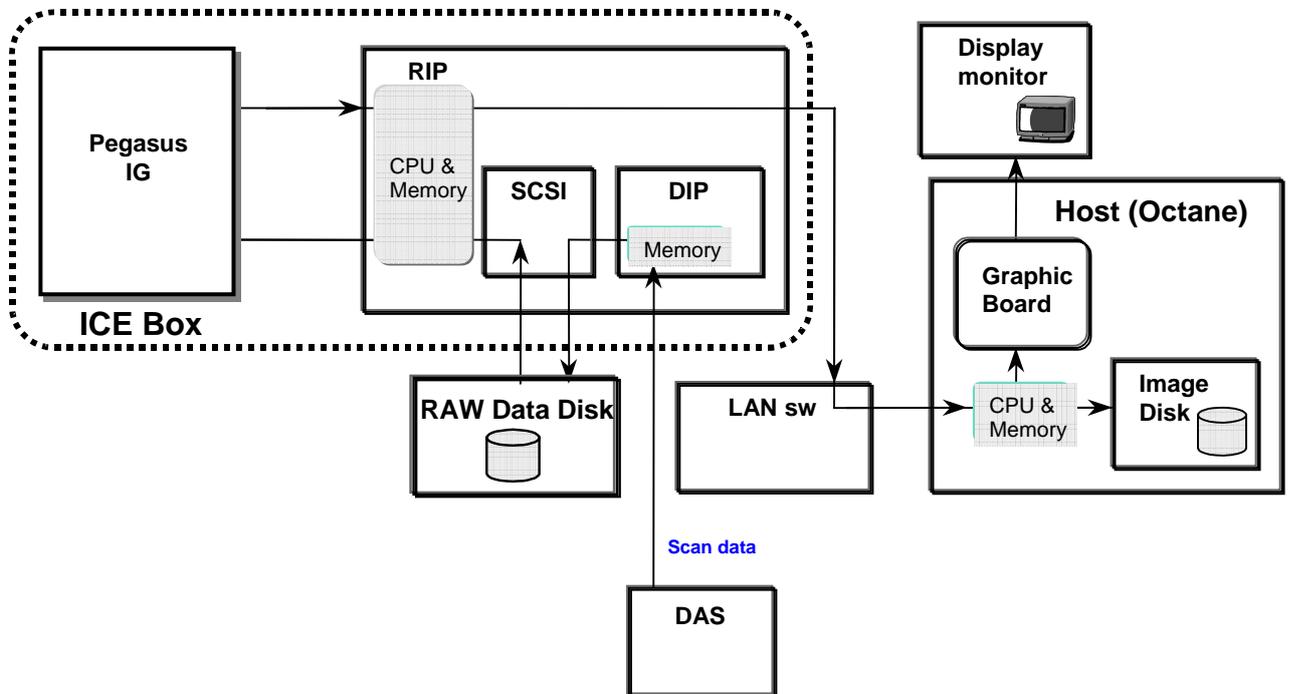
Host (OC) のDiskはソフトウェア的に見ると次の2タイプに分けられます。

- Image Disk領域： pixel & headerデータの保管
- System Disk領域： 次を含んでいます。
 - ①データベース
 - ②Archive, Network, Filmingのqueue entry
 - ③各jobの処理実行プログラム

(2) O2がない場合



(2) H2以降



<主な関連部品> 以下にImage Generationの主要な部品を示します。

•Das Interface Processor (DIP) Board

DASから転送されてきたスキャンデータをFEC(Forward Error Correction)補正をかけます。
エラーがある場合には補正をかけ、その数をカウントします。もしエラーを補正しきれない場合、abort信号を発生し、Interlockラインをopenさせ、スキャンを停止させます。
O2があるシステムの場合はダイレクトにSBCへ接続されています。
O2がないシステムの場合はダイレクトにRIP Boardへ接続されています。

•Scan Data Disk (High Speed Disk)

DIPからのスキャンデータを保管しています。

•Recon Interface Processor(RIP) Board

Reconを実行する上で中心となっているBoardです。

< O2があるシステムの場合>

O2 : SBCと通信を行い、Reconを実行しています。

スキャン/イメージデータの流れにおいてSBC - SDC / IG Board間の橋渡しを担っています。

< O2がないシステムの場合>

Host (OC)と通信を行い、Reconを実行しています。

O2 (SBC)の機能の内、Reconコントロールとスキャンデータの収集/Save/Restoreのコントロールをになっています。

なお、RIPを交換した時にはpflashが必要です。

•Scan Data Correction (SDC) Board

イメージ作成におけるデータの前処理を行っています。

また、calibration vectorやscoutイメージの作成、View Compression、Offset補正、Ref補正などを計算しています。Reboot時にはRIPによって、rebootがかけられます。

•Image Generator (IG) Board

イメージ作成におけるバックプロジェクションの計算を実行しています。

Reboot時にはRIPによって、rebootがかけられます。

•O2: Single Board Computer (SBC)

Scan / Reconのコントロールを司っています。また、スキャンデータ収集のコントロールを行っています。

LAN switchによって他のScan/Reconに関わるコンポーネントと接続されており、スキャンデータのSave/Restoreの実行やイメージ作成のコントロールを実行しています。

•System Disk

電源ON後にScan Recon Unitを初期化する為のプログラムが入っています。

また、HSD用のfile systemを内蔵しています。

このDiskはHost Computer (Octane) に内蔵されています。

•Host Computer (Octane)

文字どおりQXi systemのHost computerです。

OSとしてIRIXを使用しています。IRIXはシステム立ち上げ時には、システムに接続されているデバイス(機器)のアドレス指定、構成を行っています。

hinvコマンドによって、そのシステムの構成状態を見る事ができます。

O2(SBC)がないシステムの場合、Host computer(Octane) はO2の機能の内、Scanコントロールの仕事を担当しています。

•LAN switch

3つの100BaseTxと1つの10Base2 Ethernet portを連結させています。

Host(OC) ⇄ ICE Box ⇄ Gantry/Table (⇄SBC(O2ありの場合))の間のコミュニケーションを連結させています。Host(OC) ⇄ ICE Box ⇄ SBC の間は100BaseTx Gantry/Tableの間は10Base2で通信を行っています。

System Communication

ポイントとしては

- ①OC-Table-Gantry固定部の各コンポーネント間はLAN通信
 - ②Gantry固定部と回転部の間はSlip Ringを經由してのTAXI通信
 - ③Gantry固定部 (STC Assy)内はVME bus通信
 - ④Gantry回転部はVME busおよびCAN通信
 - ⑤OC内の各CPU間はVME busおよびLAN通信
- となっています。

2X ~4X まででは上記プラス以下が変更されています。

- ①STC内Axial Bd とAxial Drive 間がCAN通信 (AX-CAN)
- ②ETC内ETC I/F Bd とGantry Display & T/G Controls 間がCAN通信

①OC-Table-Gantry固定部 間の通信

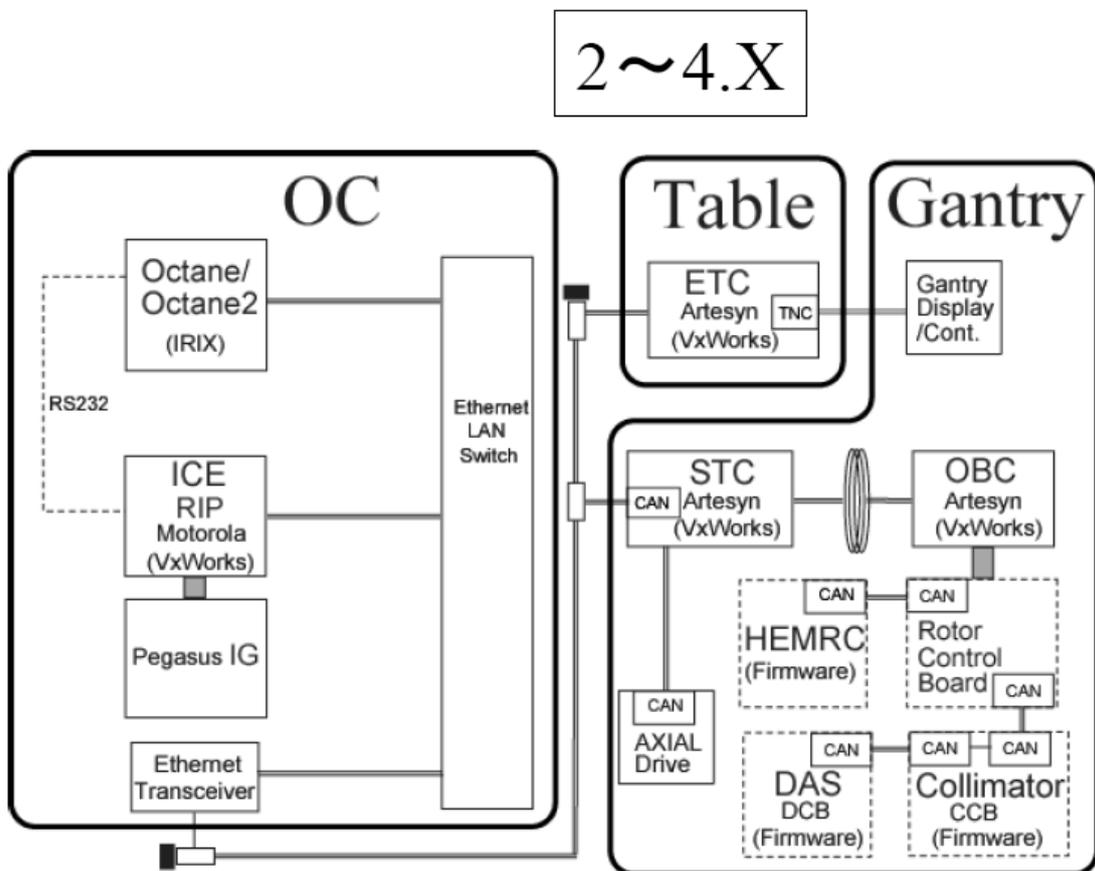
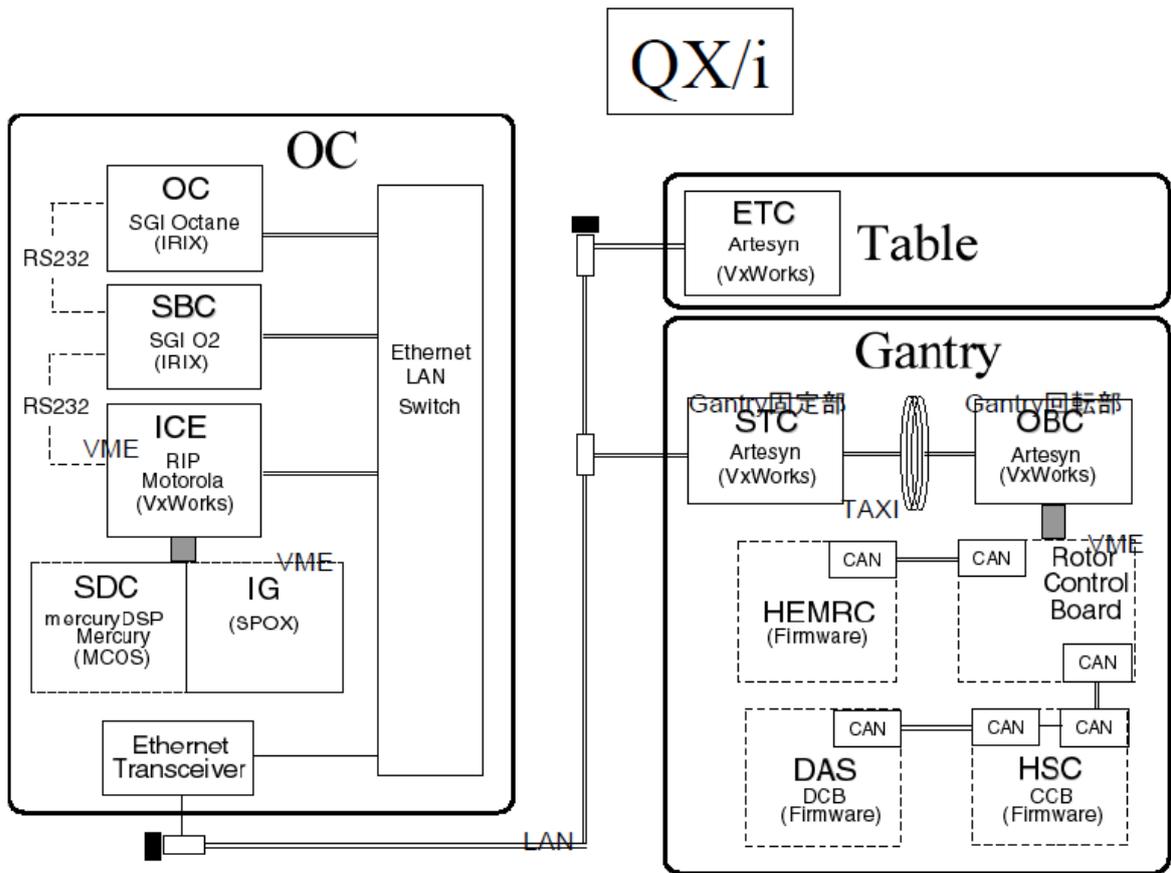
OC-Table-Gantry固定部の各コンポーネント間はLAN通信によってコントロール信号やステータス信号の送受信が行なわれます。
各コンポーネントにおいて、

- OC側は→ SBC CPU (O2があるシステム) / Host OC CPU (O2がないシステム)
- Table側は→ETC CPU Board
- Gantry側は→ STC CPU Board

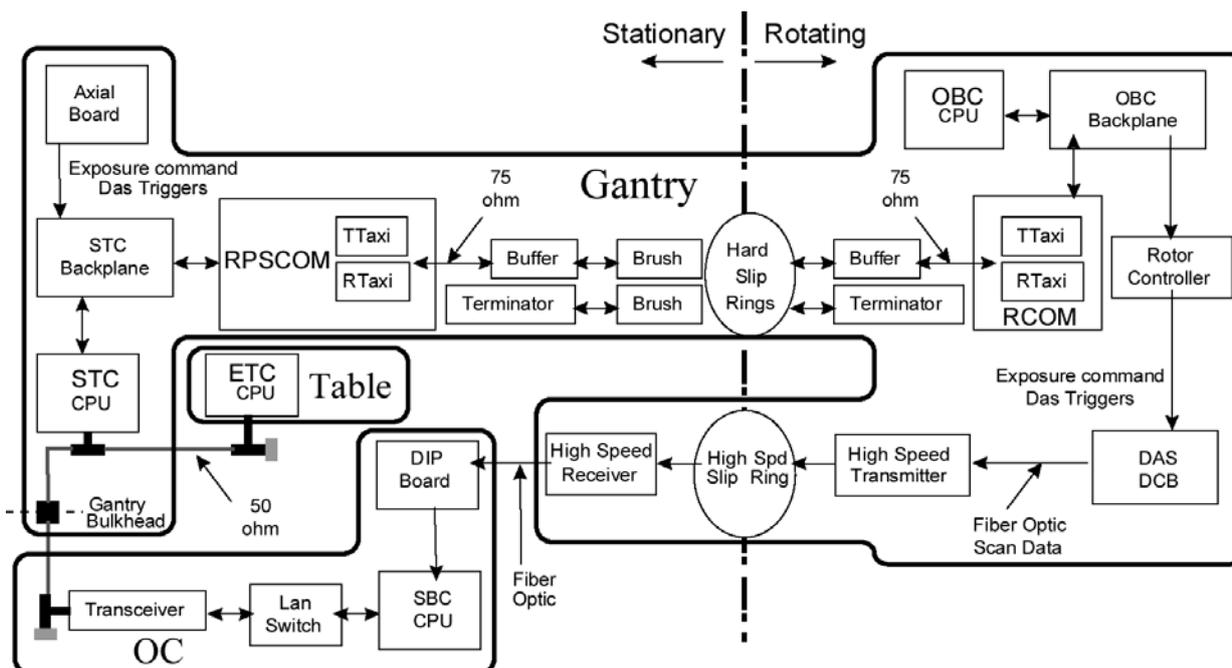
がそれぞれ主体となって通信を実行しており、これらは10Base2 thinケーブル(50Ω)によって接続されています。

次のページに OCと Table/ Gantry間の通信系ブロック図を示します。

以下にOCと Table/ Gantry間の通信系ブロック図を示します。



②Gantry固定部と回転部 間の通信



Gantry固定部と回転部の間はTAXI通信によってコントロール信号やステータス信号の送受信が行なわれます。

- Gantry固定部では→ RPSCOM Bd (STC Assy内 CPU Boardのコントロール下)
- Gantry回転部では→ RCOM Bd (OBC Assy内CPU Boardのコントロール下)

RPSCOM BoardとRCOM Bdとの間はHard wired Slip Ring / Brush /Buffer(Terminator) を介して通信が行われます。

以下にRPSCOM - RCOM Bd間通信の大まかな流れをまとめます。
RPSCOM→RCOMの通信を説明しますが、逆(RCOM→RPSCOM)も原理は同じです。

[RPSCOM - RCOM間通信]

コントロール信号やステータス信号がパラレルデータにてRPSCOM Bdに入力されます。この中にはDAS TriggerやX-ray exposure commandも含まれます。



RPSCOM Bdではこれらパラレル入力された各種信号をシリアルデータに変換します。この際、CRC checkと呼ばれるデータチェックが実施されます。



このシリアルデータは送信用Slip Ringへ送信されます。
(Slip RingではRPSCOM Boardを基準に考えて送信用Ring, 受信Ringがあります)

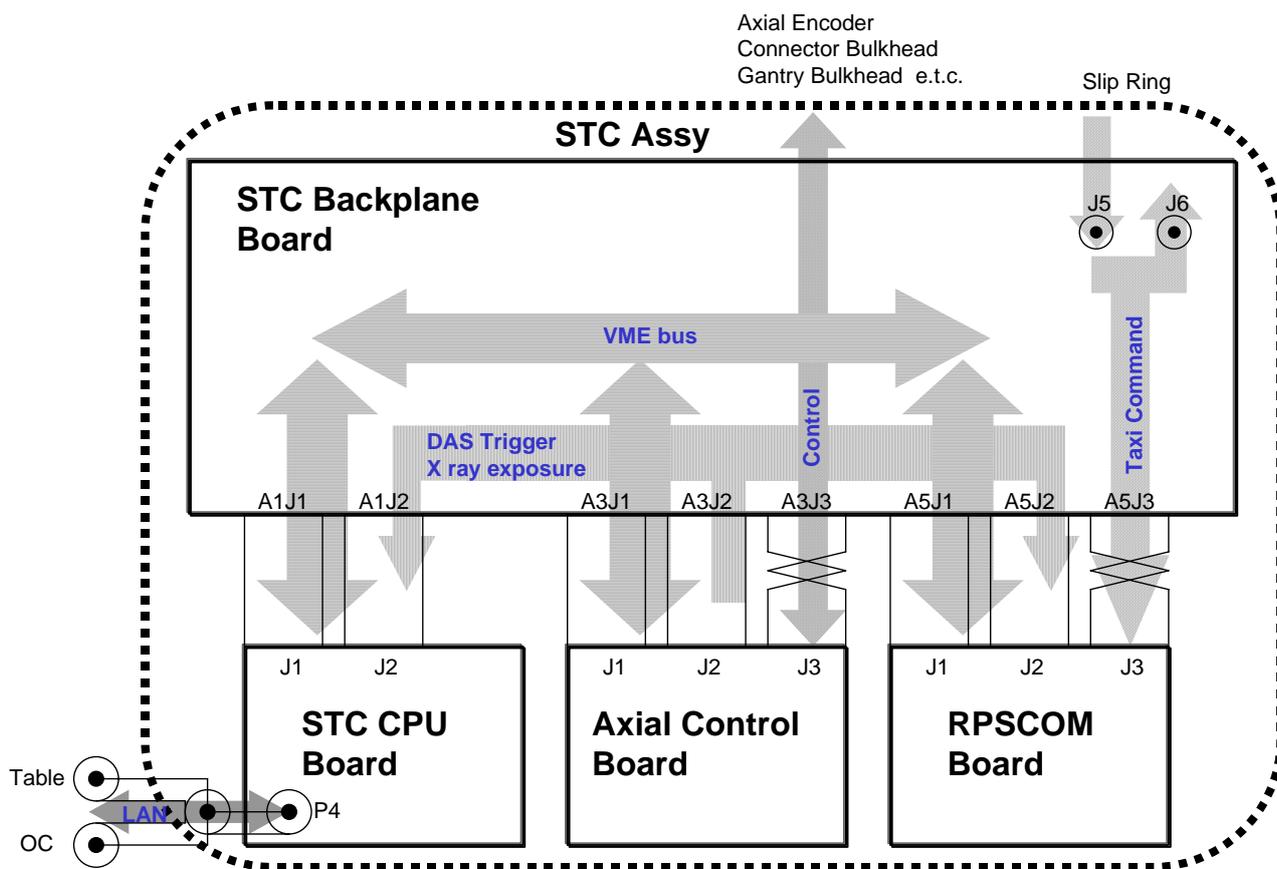


Slip Ringへ送信されたデータはBrushをとおり、RCOM Boardに入力されます。



RCOM Bdに入力されたシリアルデータはCRC checkを実施後、問題なければシリアルデータをもとのパラレルデータに再変換します。
そして各コントロール信号をOBC Assy内の各Boardへ送信します。
もし、CRC checkに問題があった時にはRCOM BdはRPSCOM Boardに対して再度データを送信する様に要求します。

③Gantry固定部 (STC Assy)内の通信

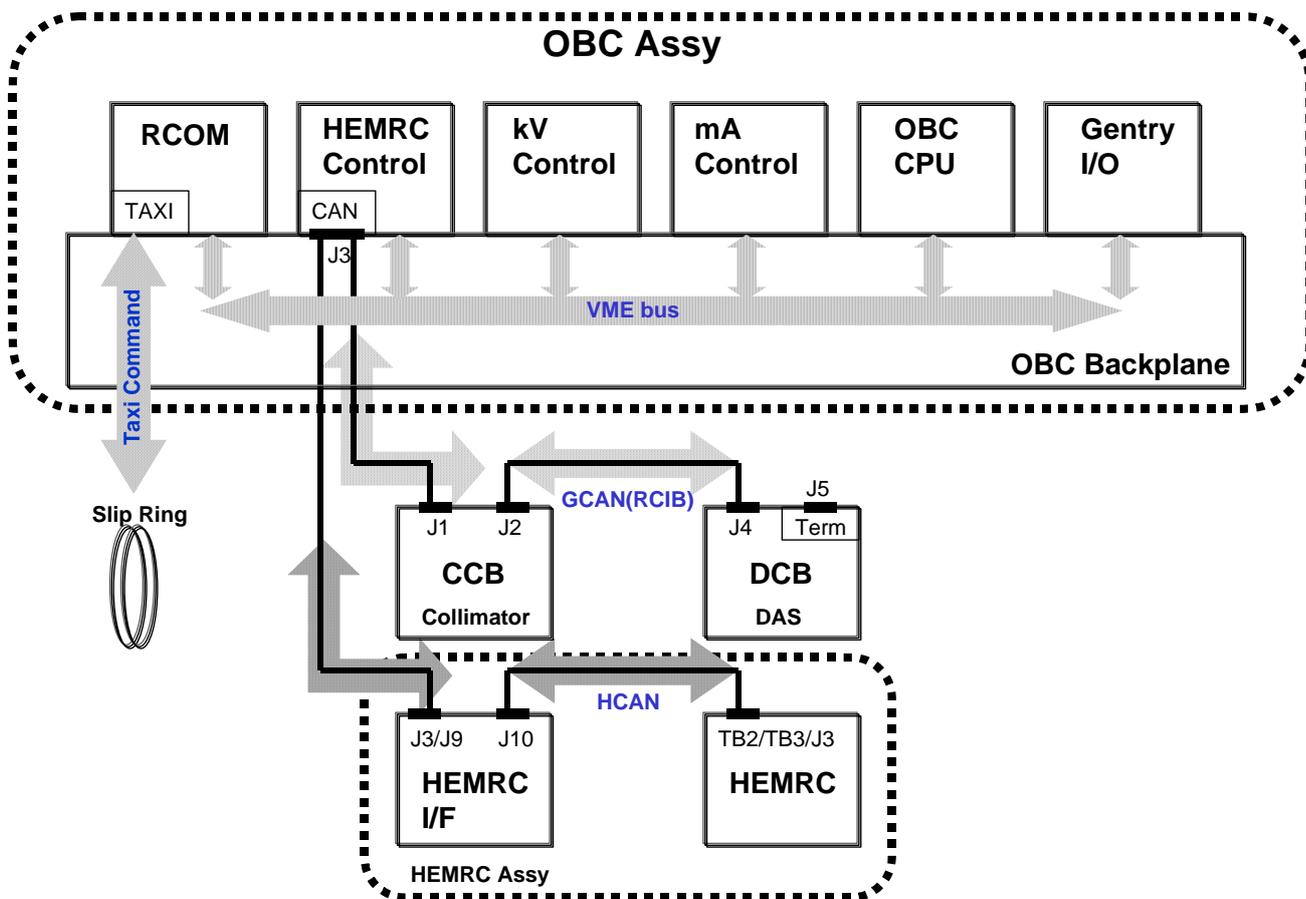


Gantry固定部、つまりSTC Assy内のSTC CPU, Axial Control, RPSCOMの各Board間はBackplane Boardを介してVME busによって信号の送受信を行っています。このVME busによって、

- スキャンコントロール信号
- ステータス信号
- LANコントロール信号

が各Board間で送受信されます。

④Gantry回転部 (OBC Assy)内の通信



Gantry回転部では以下の2タイプの通信によって各種信号の送受信が実施されています。

- (a)VME bus
- (b)RCIB (Rotating Control Interface Bus) →GCANやHCANの事

(a)VME bus
OBC Assy内のOBC CPU, kV Control, mA Control, Gentry I/O, HEMRC Control, RCOMの各Board間はBackplane Boardを介してVME busによって信号の送受信を行っています。このVME busによって、

- スキャンコントロール信号
- ステータス信号
- LANコントロール信号

が各Board間で送受信されます。

(b) RCIB

HEMRC Control, CCB, DCB の各Board間はRCIBと呼ばれるラインで各種信号の送受信を実施しています。このbusの中には次のラインが含まれています。

•GCAN (Gantry Controller Area Network) Between the OBC, CCB, DCB

→CANによるスキャンコントロール信号の通信経路です。DCB上で終端されています。

1 M Baud Bus - Point to Point Protocol

•HCAN(HEMRC Controller Area Network)

→Tube Rotor回転コントロールを司っているHEMRC AssemblyとOBC Assy内のHEMRC Control Bd間の通信。

125KBaud Bus - Master/Slave Protocol

•Axial Can (AX-CAN) – Axial II Board と Axial Drive間の通信

12 K baud Bus

•Table Can (TCAN) – PB Panel & Display/Control Panels と ETC間の通信

250 K baud Bus

•+12v CAN Power line

→ HEMRC Control, CCB, DCB各Board内のCAN controller(通信用デバイス)用の電源です。HEMRC Control上で生成し、CCB, DCBへ供給しています。

なお、HEMRC Control, CCB, DCB各Board内で+5vにレギュレートして使用しています。

•Fault signal line

→ HEMRC Control, CCB, DCB各Boardの各CAN controllerがリセットされた時やエラーが検出された時にFault信号がこのラインを使用してOBCへ送信されます。

•Reset signal line

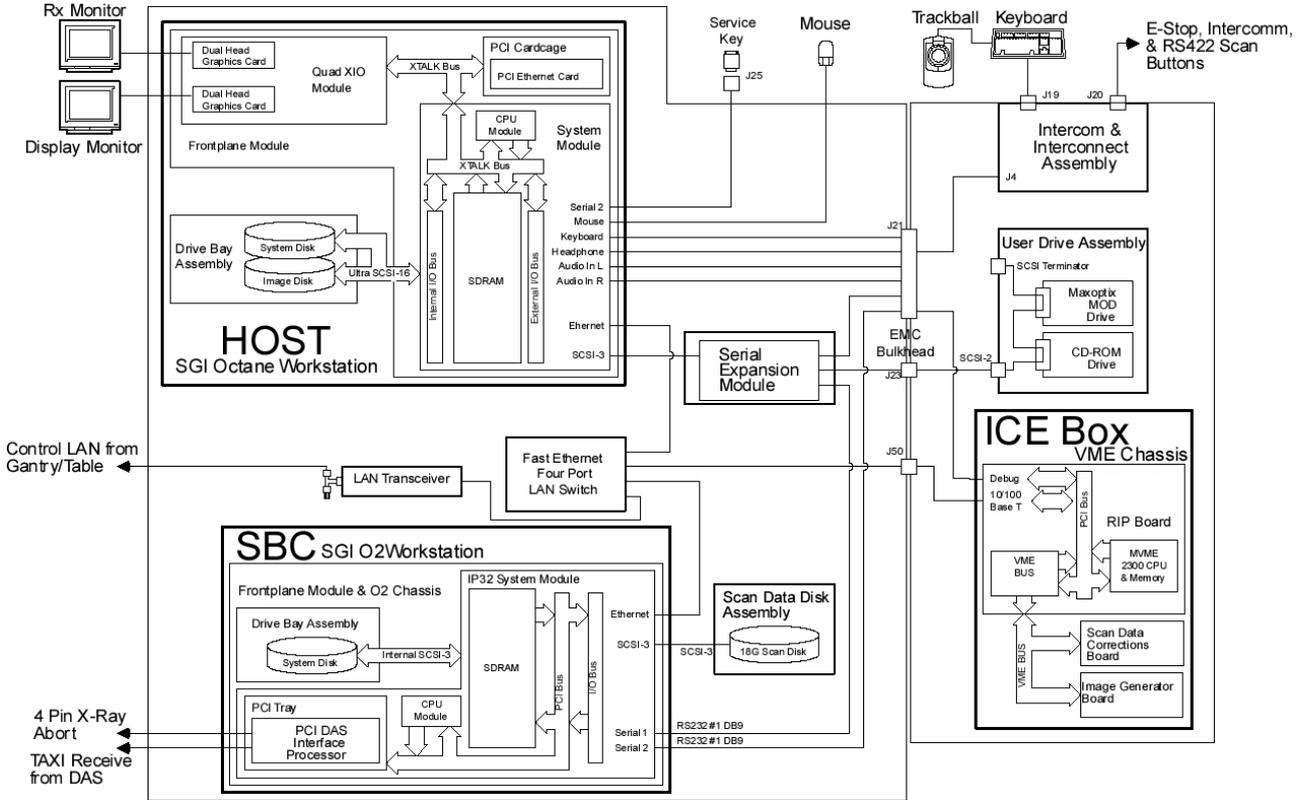
→ HEMRC Control, CCB, DCB各Boardの各CAN controllerへリセットをかける時に使用しているラインです。

•Interlock line

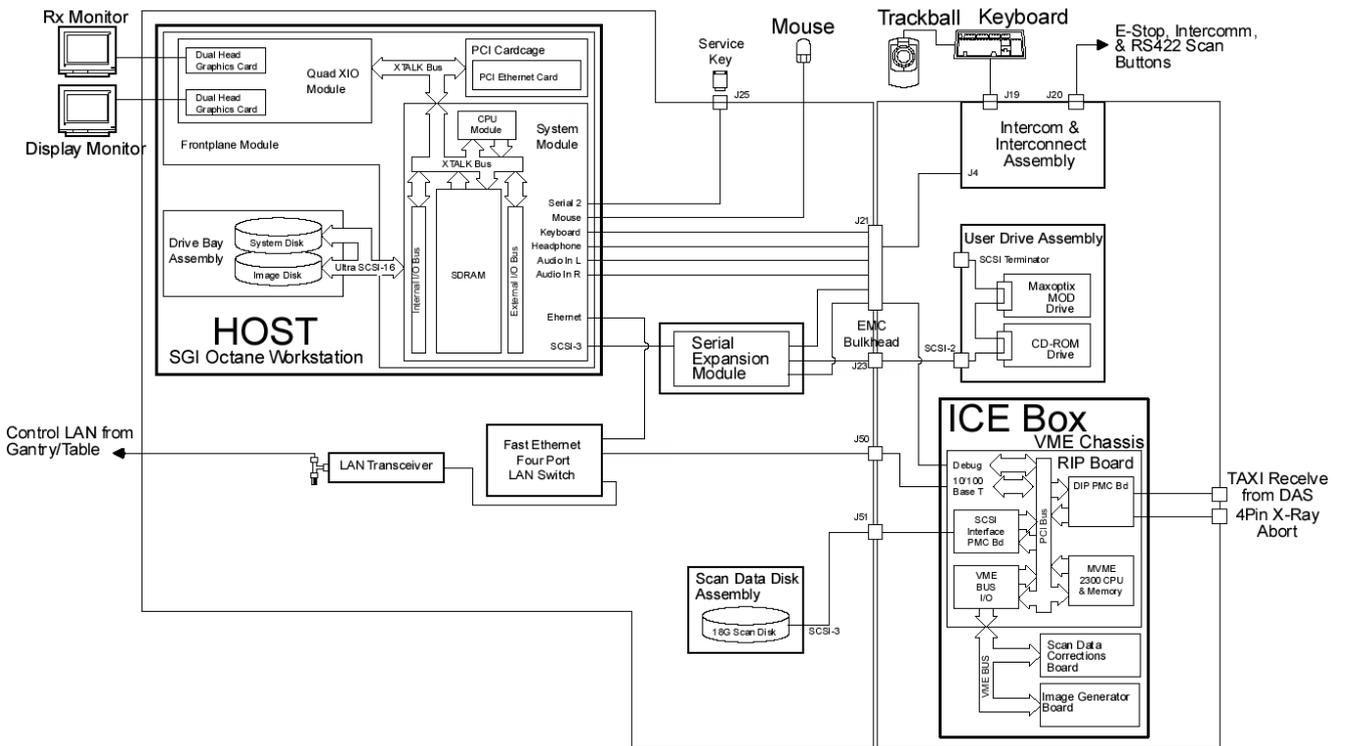
→ HEMRC Control, CCB, DCB各controllerへのInterlock信号入力ラインです。

②OC内の各CPU間の通信

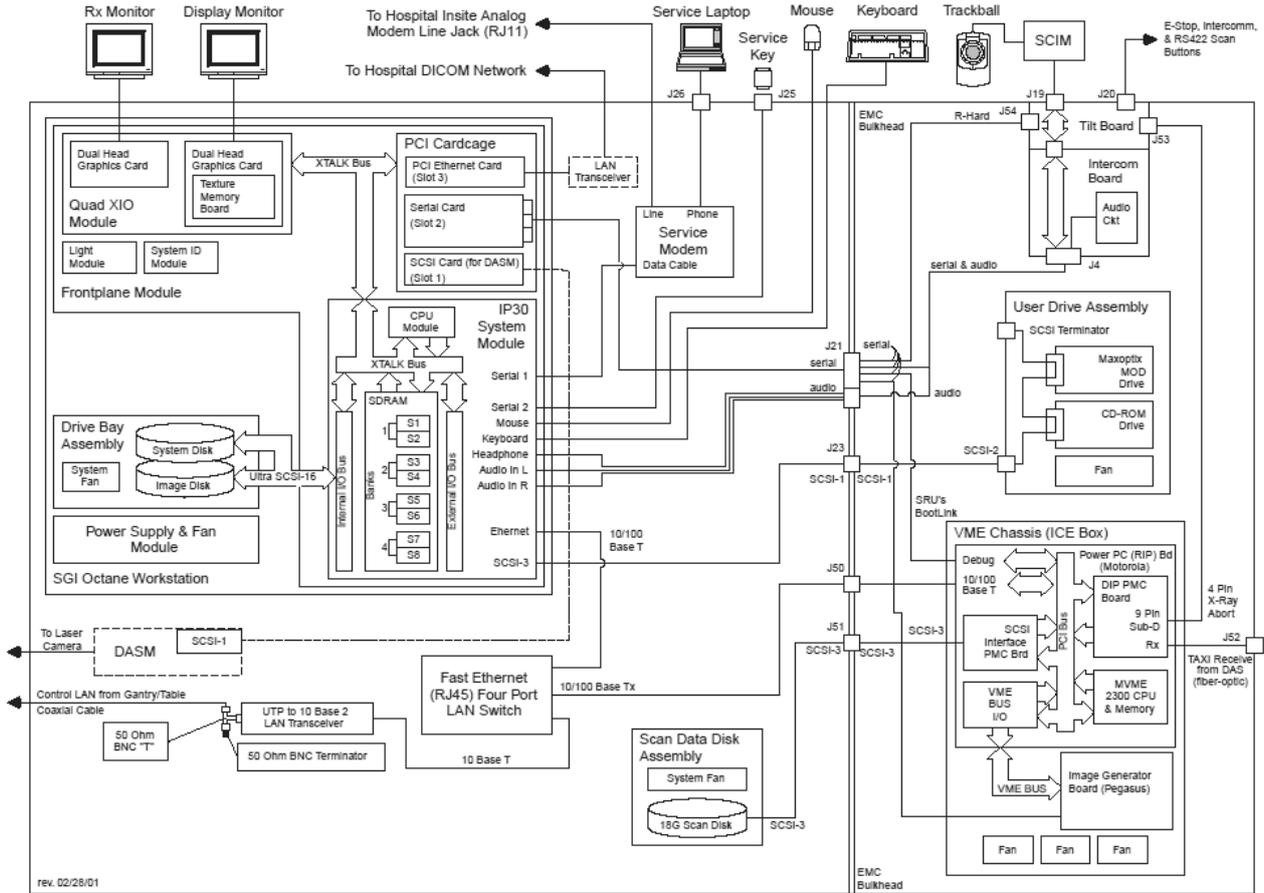
With O2



Without O2

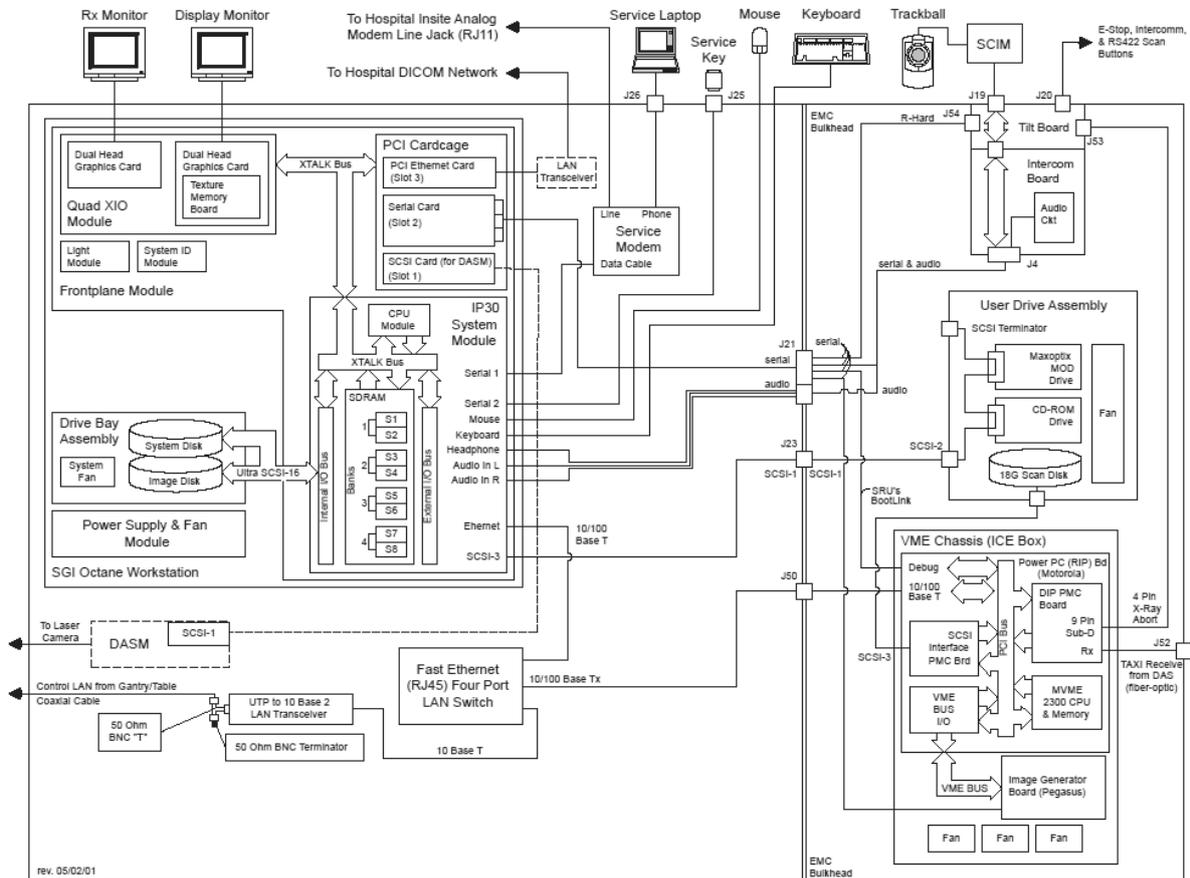


H2 LightSpeed Plus Console



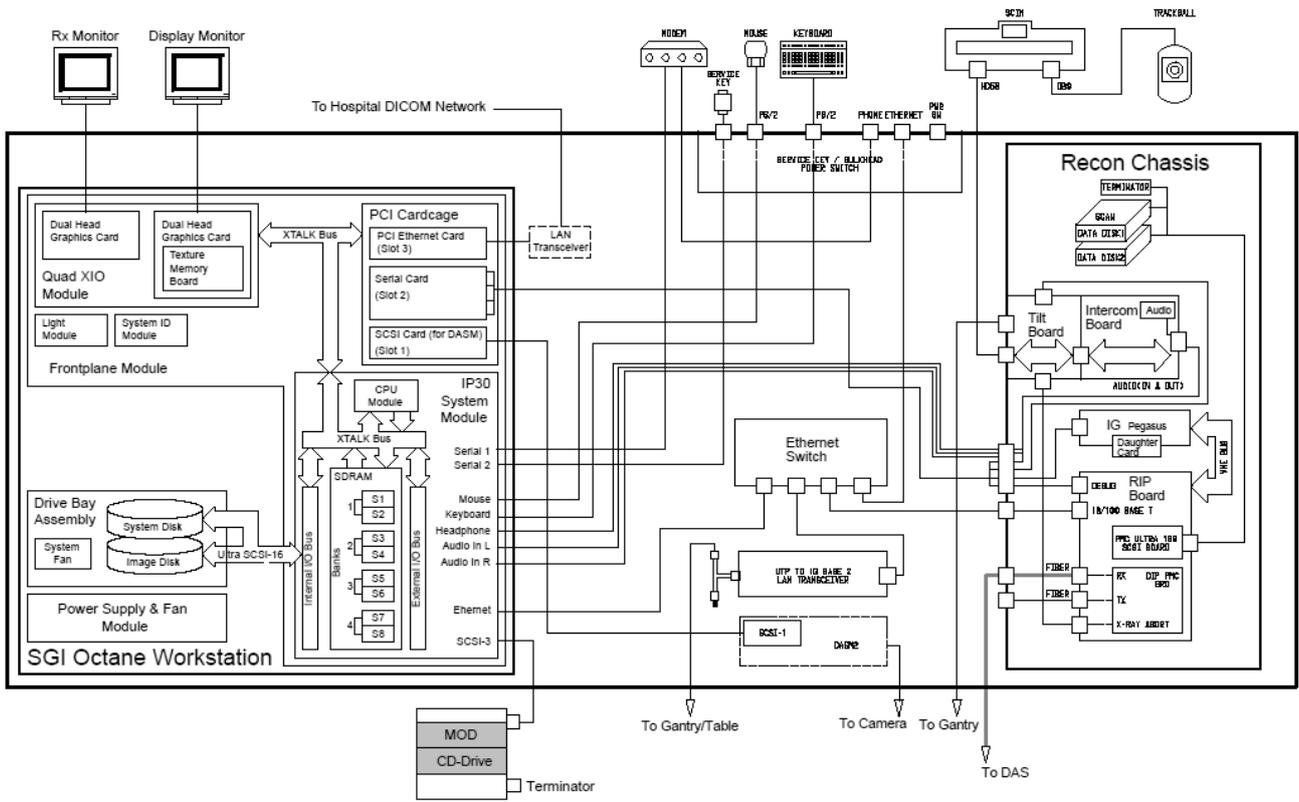
Referred to 2243:

H3 Console Block Diagram (Octane1 shown, Octane2 similar)



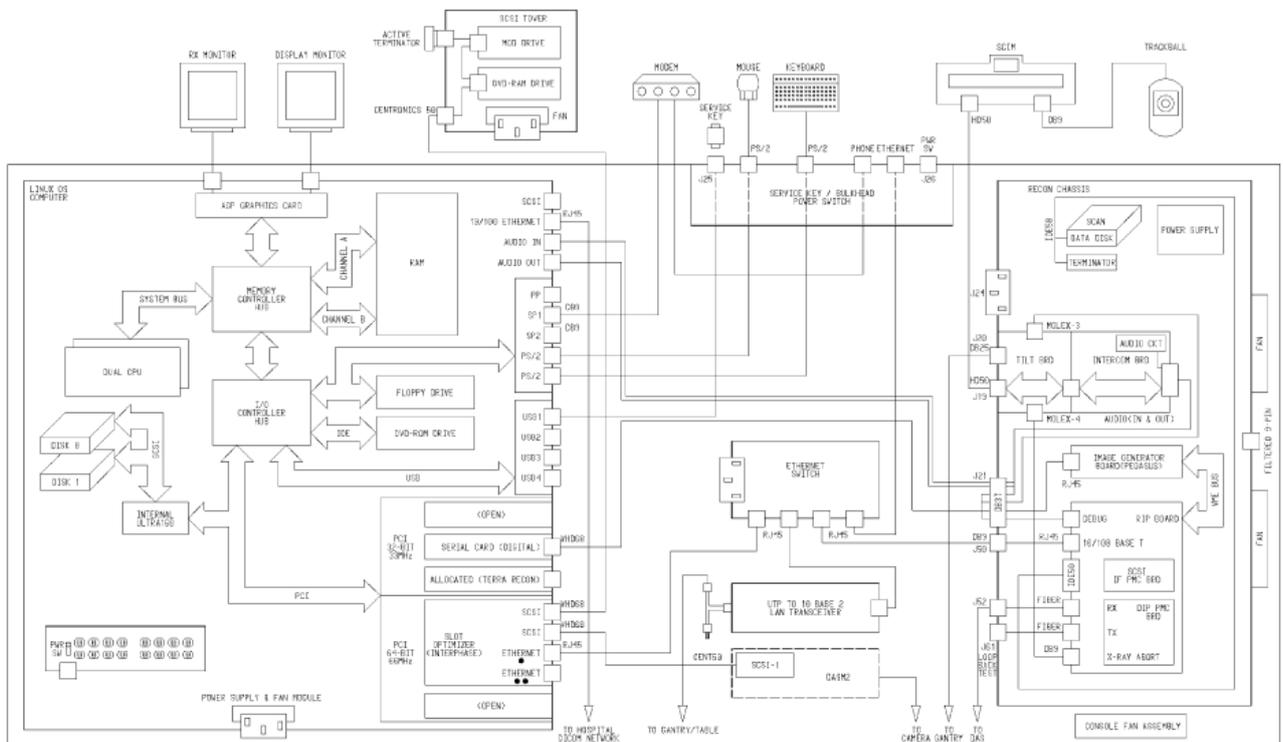
Referred to 2296:

GOC1 Global Console - Octane2



Referred to 229644

GOC2 - Lunix Console



OC内には、

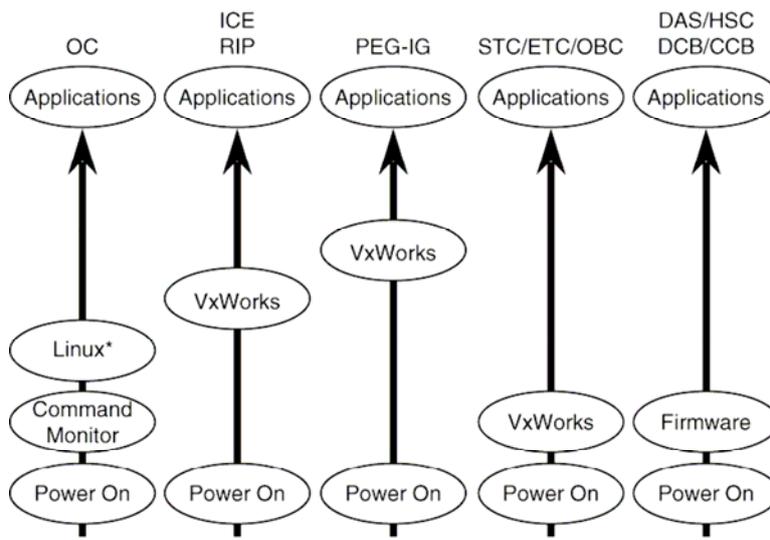
- O2ありシステムでは Host, SBC, RIP
- O2なしシステムでは Host, RIP

の各コンポーネントにCPUがあり、このCPU間はLAN switchを経由した、LAN通信によってコミュニケーションが行われています。

また、上記の各コンポーネントはSerial Expansion moduleを経由した、SCSIラインによっても接続されています。

ICE Box (Image Chain Engine)内のRIP, SDC, IGの各BoardはVME busによって各種信号の送受信を実施しています。

System Boot-up



*Some systems may use SGI Octane2 computers, with the IRIX Operating System

左図は、システムがパワーオフ状態からいくつかのレベルを経てOSをロードし、アプリケーションレベルに達するまでを表しています。それぞれのレベルは、Command Monitor、OSレベル及び Applications レベルと呼ばれます。各レベルによって実行できることはそれぞれ異なり、そのレベルで何が実行できるか？また、各レベルへの移動方法を把握しましょう。下図は、Boot UPの順序です。

OC	ICE(RIP)	Pegasus IG	STC/ETC/OBC	DCB/CCB
1.Power up diagnostics	1.Power up diagnostics	1.Power up	1.Power up diagnostics	1.Power up diagnostics
2.Boot Linux or IRIX from OC disk	2.Wait for serial input activity	2.Wait for ICE boot-up	2.Attach ROM resident VxWorks. Wait for input on LAN	2.Wait for input on CAN Bus
3.Start CT Applications software	3.Load VxWorks and applications software via the LAN			
	4.Find and initialize the Pegasus IG Board.	3.Boot VxWorks off of ICE		
4.Start up Artesyn(*) controllers via the Table/ Gantry LAN		4.Apps load through the ICE	3.Applications firmware downloaded and started	3.DCB/CBC initializes via CAN bus

* Artesyn Technologies 会社名

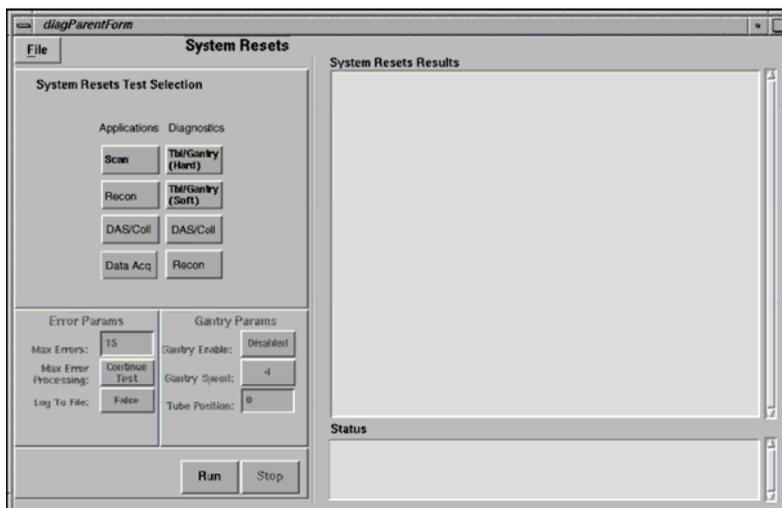
VxWorks(バイエックスワークス)

アメリカ合衆国 WindRiver 社のリアルタイムオペレーティングシステムで、高い安全性が要求される航空・宇宙・防衛の分野で広く使われています。NASAは長年このOSを火星探査機に使ってきた。1997年のマーズ・パスファインダーや最新のスピリット上の制御ソフトウェアはVxWorks上で動いている。近年では、VoIP、ルータ、基幹ネットワーク、ロボット、産業機器、防衛航空宇宙、車載機器のみならずデジタル家電製品の組み込みコンピュータなどにも用いられるようになってきている。

出典: フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』より抜粋

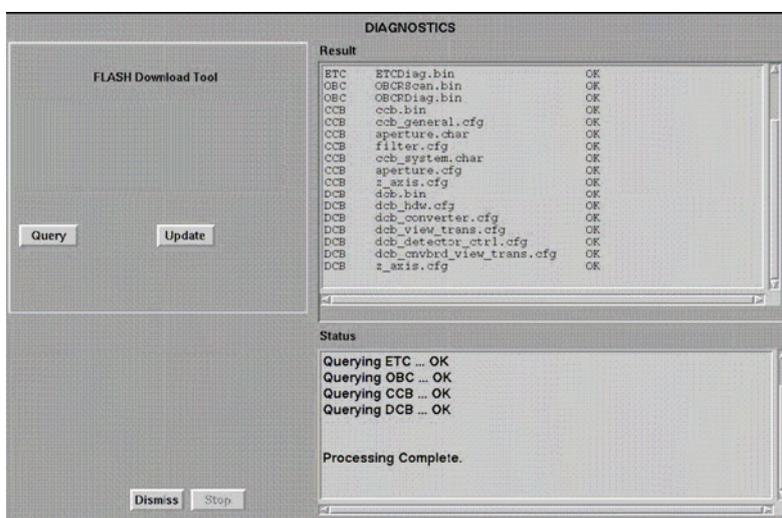
System Resets

サブシステムとのコミュニケーションが失われた時や Diag 用の Firmware を Load した後、もしくは、Gantry の電源を切り再度電源投入時には “System Reset” で各ボードの HW Reset を実施し Firmware の確認をしています。



Flash Download

DCB、CCB、ETC、STC、及び、OBC ボードのアプリケーション及び characterization parameters は、オンボード FLASH メモリーにストアされています、そして、それは、System Disk にストアされるファイルと同じである必要があります。



上記のことを確実にするため、スキャナハードウェアがリセットされる時、ファイルの Version (Unique ID と FLASHI における CRC (*) を System Disk 上のファイルと比較) のバージョンを確認するユーティリティが自動的に動作します。

CCB characterization file は、Unique ID のために Collimator の serial number を使い、他のファイルと異って扱われる。

CCB aperture char file は、現在システムに付いているコリメータ固有のファイルで、それは LFC からのファイルではありません。

従って、characterization file がシステムディスクや system state に無い場合、システムは、オンボード FLASH メモリー上のファイルをシステムディスクにアップロードします。

逆に CCB を交換した場合はシステムディスク上のファイルを CCB にダウンロードします。

要するに、Flash Download Tool は、システムディスク上のファイルと各ボードの FLASH メモリー上のファイルとの同期をとる Tool です。

このツールは、ソフトウェアの Version Up 後に 1 度、もしくは CCB、DCB、STC、ETC、または、OBC を交換した場合必ず使用します。

CRC:

巡回冗長検査: Cyclic Redundancy Check: 連続する誤りを検出するための誤り検出符号の一種。

デイリー・メンテナンス

このセクションには毎日使用するスキャナーを準備するために必要な説明がなされています。

X 線管ウォームアップ

・X 線管の寿命を延ばすために Performix(Gemini)については2時間使用しなかった場合に、Performix Pro(Hercules)については3時間使用しなかった場合、システムがX 線管ウォームアップを要求するメッセージを出します。

・特にHerculesについては、ウォームアップをせずに急激に負荷の大きなScanを実行した場合、致命的なトラブルが発生する場合がありますので注意してください。

ディテール・キャリブレーション

このキャリブレーションは、通常、X 線管交換の後またはメンテナンスの一部としてGEのエンジニアによって行なわれます。ジェネレータ・キャリブレーションはファントム、Detector、詳細かつ正確なツールであり、画像の質や放射線量に影響します。

ファースト・キャリブレーション

・FastCal は、イメージの品質確保のために ウォーミングアップスキャン、ジェネレータキャリブレーション、コリメータキャリブレーション、及び、Fastキャリブレーションを含みます。

・FastCal はDetectorのチェックするために6 ヶ月毎に自動的スキャンを行い、もしこのテストがフェイルしたら、警告メッセージが表示されます。

・FastCal を実行すると、システムはDASボード点検/ コリメーター・キャリブレーション点検を実施して、その時に必要なキャリブレーションが以後、選択されます。

まず、コールド・ウォームアップ・スキャン・リストが表示されます。

注意: ファースト・キャリブレーションの間スキャンングエリアには何も置きません。

・X 線管温度が200°C未満の場合、ウォームアップが行われ、次いでジェネレータ・キャリブレーションが行われます。

・次にマイラーウィンドウの汚れの点検を行いません。マイラーウィンドウは清潔にしておく必要があります。汚れによってキャリブレーション・ファイルが損なわれることがあるためです。

・24 時間に1度 Config 画面で設定されたkV のキャリブレーションを実行します。

・管球が474°Cから590°Cである場合、最初のウォームアップ、ジェネレーター・キャリブレーション、マイラー・ウィンドー汚れ点検の次にウォームアップ画面が表示され、システムは追加ウォームアップ・スキャンを行いません。

・システムは、ジェネレーター・キャリブレーションを18 時間ごとに実行します。

・管球が590°Cから777°Cである場合は、ウォームアップ II 画面が表示され、システムは次のウォームアップ・スキャン・セットを行いません。

6ヶ月ごとに検出器の状態を点検するためにウォームアップ II、Z スロープキャリブレーションが行なわれます。

注記: もし、長時間Gantryの電源が切れていてDetectorが冷えている場合、電源を入れてからX 線管ウォームアップを実行するまで2時間待って下さい。これによってDetectorが通常の温度に戻ります。

FASTCAL

FastCal は、イメージの品質確保のために ウォーミングアップスキャン、ジェネレータキャリブレーション、コリメータキャリブレーション、及び、Fastキャリブレーションを含みます。

Flowchartを参照してください ⇒⇒ ⇒⇒ ⇒⇒ ⇒⇒



Adobe Acrobat 7.0
Document

Converter Board Check

システムは、47および48スロットのConverter cardのID番号をチェックしています。このチェックでは、現在のcardのID番号とDAS Gain Calが最後に実施された時のID番号とが同じかどうかを確認しています。

- Identifies:
 - Boards 47 (Channel 762)
 - Board 48 (Z-Tracking Channels SDAS:763-765 or MDAS:763-768)
- Checks Boards ID From Last DAS Gain Cal
- GE Sys Log - Board(s) Swapped/Changed
 - Prompt To Run DAS Gain Cal

DAS Gain Cal

Characterizes DAS Gain (range 1-31) Differences

–For DAS Channel 762

- Determines Gain Independent Blocked Channel Threshold

–Z-Channels (SDAS: 763-765) (MDAS: 763-768)

- Determines Z-Ratio Correction Factor For Each Gain

Mylar Window Check

1st Scans After Tube Warmup

- Checks For Contrast or Foreign Material
- Prevents Calibration Corruption
- Four One-Second Scans – No Tracking

- Blockage → Error Message Will Notify
- No Blockage → Target Temp. $\geq 500^{\circ}\text{C}$?
 - Yes → Auto mA Calibration Check
 - No → Warm-Up 1 Scans (3 Slow Scans)

Auto mA Calibration Check

- Auto mA Calibration Check
 - 7 days Old – Auto mA Calibration
 - < 7 days Old – Target Temperature Check
- Target Temp. $\geq 700^{\circ}\text{C}$
 - Yes → Auto Z-Slope Check
 - No → Warm-Up 2 (7 Slow Scans)

Auto Z-Slope Check

- Z-Slope Check Every 6 Months:
 - Used To Determine Gain Of 16 Individual Cells
 - Compensates For Gain Differences
 - Potential Rings Due To Varying Slice Thicknesses
 - Calibration Creates Two Vectors
 - Creates Diagnostic Exam of 1 Series With 8 Scans

Final Preparation

- Sweep Scan w/ Collimator Calibration
 - Eight Sweep Scans (For Each Aperature & Focal Spot Combination)
- Mini Scan
 - 0.1 Second Scan w/ Tracking On (For DCB To Compute New Focal Spot)
- Blocked Channel Calculation
 - Creates “Blocked Channel Threshold”
 - Compared To Normalized Signals During Scanning
 - Tracking Can Shut Down If Too Low

FASTCALS

- Three Sets of Scans (FPA, Clever Gain, Air)
 - Tracking Occurs But No Blocked Channel Checking
- Floating Point Amplifier Scans (3 Scans)
 - Converter Card Check (2 Sets of FPA w/ 3 Gain Levels Each)
- Clever Gains Scans (50 Scans)
 - Done Only on Patient Channels (1-762)
 - Checks 31 Programmable Gain Levels (Based on mA & KV)
 - Creates Look-Up Table w/ KV, mA, Gain Values
- Air Calibration Scans (16 Scans)

IQ Check

FastCal also performs Daily IQ Check:

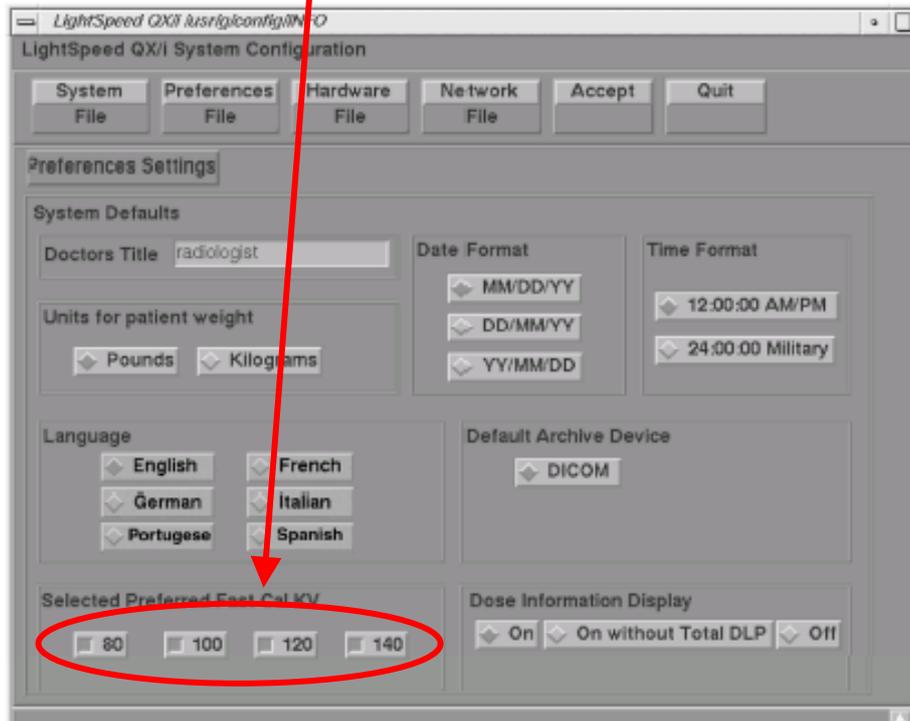
- Compares the center 30 channels of today's FastCal vectors to yesterday's
- Detects significant gain change that could cause artifacts
- Posts message if check fails
- Updates files regardless of check result

“Faster” CALS

80,100,120,140KVの内、病院で使用しているKVだけ FastCalを実施すればCalの時間を短縮できます。

•Process:

- Shutdown Applications
- Open Unix Shell
- su – root & password
- reconfig
- 必要な KVだけ 選択する。



X-Ray Tube Heat Soak(*) and Seasoning (*)

Heat Soak そして Seasoning プログラムは、XR-Tube のライフ延ばすための 適切なスキャンプロトコルで、tube spitsの発生状況によって サービスマンが行います。

このプロトコルは 連続する3つのフェーズから出来ています、XR-Tubeの種類によって シーケンス、及び、パラメータは 異なります。

このプロセスは、ガス(undissolved gases)を除去し、MAのオーバーロードの発生をを最小限にするために行います。

heat soakの後で、high voltage stability test (Seasoning) が、そのXR-Tubeが安定していることを確認するために行われる。

Tube Warm up

Tube ウォーミングアップフェーズは Tube Heat Soak と Seasoning に備えて、ゆっくりと XR-Tubeの温度を上げるために実施します。 このフェーズは、XR-Tubeが急激な高テクニックでのX線照射で発生する、ターゲットのダメージを最小限にするために、非常に重要である。

Heat Soak

新しいXR-Tubeは、ガス(undissolved gases)を含んでいるかもしれない、もし含んでいた場合、それは過度のアークを発生させます。 heat soakフェーズの目的は、過電流(i.e. tube spits)の発生を最小限にするために、ガス温度を高くします。

Heat Soakには 以下の3つのフェーズを含んでいます。

Additional tube coolingが 2 サブ-フェーズの間必要ではないので Heat input と Anode Soak スキャンは、dynamic seriesで実行される。

Heat Input

このフェーズは、ターゲットの熱容量一杯まで温度を上げます。

これは、ガスを抜く(de-gassing)ために ターゲット 及び XR-Tubeの他の部分を最高気温に加熱します。それと同時に、XR-Tubeの “getter” がガスを吸収するために、その動作温度まで加熱される。

Anode Soak

このフェーズは、熱容量一杯のターゲット温度 及び ガスを抜く最高気温、及び、“getter”によるガスの吸収を 維持します。

Casing Soak

このフェーズにおいて、XR-Tubeユニットは、熱容量一杯まで温度を上げます。

この熱において 絶縁オイル内のガスが再度絶縁オイルに吸収できます。

High Voltage Seasoning

High Voltage seasoningは、Tubeインサート内にあるかもしれないSpitsの原因となる小さなミクロンサイズ粒子を根絶させます。

更に、このセグメントは、お客様が使用する前にXR-Tubeが安定していることを確認するために、サービスが使用します。

(*) Soak : 浸す[つける]こと;浸ること;浸透;いっぱいである,満ちている

(*) Seasoning : 木材の乾燥;(風土への)順応.

Characterization

Characterization は、Cradle or Elevation or Tilt 関係のパーツを交換した場合 やトラブルシューティング時に行います。

Characterizationは、Cradle or Elevation or Tilt 機構の機械的変化 (position or velocity) を補うために行われます。

このプロセスは 2 つのパラメータのために実行します。

最初のパラメータは、zero-position(offset) です。
クレードルの場合は“ home” ポジションで、“テーブル高さ”の場合はFull Downポジションで Tiltの場合はGantry毎に指定された位置になり、エンコーダで “テーブル高さ”と“クレードル”の位置情報を ポテンションメータで Tiltの位置情報を読み取ります。

第 2 のパラメータは、直線性修正(linear correction) (gain)です。
エンコーダスプールの誤差 (in the case of cradle) などの補正になります。

System ID Module

OctaneのFrontplane ModuleについているSystem ID Moduleが持つユニークなIDは Option Software MODに 書き込まれます。
ユニークなIDを書き込まれた MODは、他のサイトで使用できなくなります。

