

薬物動態解析ソフトを用いた 造影CT検査シミュレーション

九州医療センター
放射線部
臨床研究センター

利翔 昭陽 栄卓
一 方 井田 多永 芹
川 方 井田 多永 芹
天尾 筒内 松井
富松 松井

造影検査で安定した造影効果を得るためにはどうしたらいいのか？



何かいい方法はないだろうか？



体重が同じで注入条件
も同じなのに造影効果
に違いがあるのはなぜ
か？

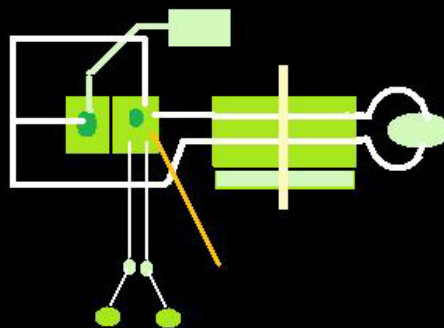
CTAを成功させるため
にはどうしたらいいの
か？

造影効果を検証する方法として

生体を利用

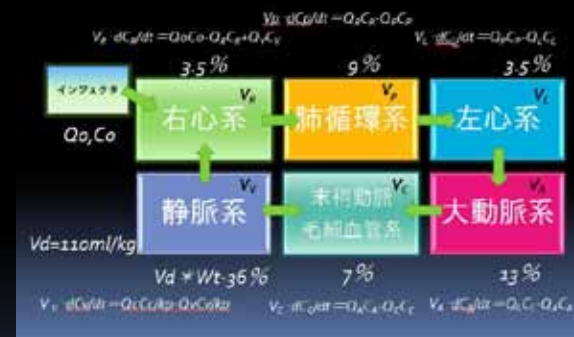


循環ファントム



数学
シミュレーション

6コンパートメントモデル



薬物動態解析を用いた大動脈の 数学シミュレーションの登場

薬物動態解析を用いた大動脈における造影剤濃度変化の推測：MDCTを使用した急速静注下造影検査（山口・他）

621

原 著

薬物動態解析を用いた大動脈における造影剤濃度変化の推測： MDCTを使用した急速静注下造影検査

論文受付 2007年1月19日
論文受理 2007年3月19日
印刷 2007年5月24日

山口 功^{1, 2)}・林 弘之³⁾・鈴木正行²⁾・木戸屋栄次¹⁾・東村享治¹⁾

1) 福井大学医学部附属病院放射線部
2) 金沢大学大学院医学系研究科保健学専攻
3) 福井大学高エネルギー医学研究センター

これを使ってみよう。
造影効果の本質が
わかるかも？

背景


CT検査を受ける被検者の身体的条件は千差万別で、造影剤濃度、注入量、注入速度、撮影タイミングを同一にした場合でも被検者間の造影効果に差異が生じることはよく経験することである。これを回避し、造影効果の標準化と再現性の確保を行うため、被検者体重1kgあたりに投与するヨード量を規定し、造影剤注入時間を一定にする八町ら¹⁾の手法が現在、容認さ

たものである。また、注入時間を一定にする方法は、流体力学に基づいて大動脈のtime-enhancement curve (TEC)の形状変化を少なくする働きがある。しかし、被検者の心機能の違いによって動脈優位相で代表される早期の造影時相に関しては時間的バラツキを生じることがある。

近年、普及しつつあるmulti-detector row computed tomography (MDCT)では、データ収集時間が飛躍的に



本日の内容


1. 薬物動態解析の考え方
 2. 使用法
 3. シミュレーションの使用例
- 



1.薬物動態解析の考え方

薬物動態解析とは？

- § 薬を飲むと、薬は小腸から吸収され、血液中に入り全身に広がり、肝臓で代謝され、腎臓で尿に出る。この出来事を学問的に取り扱ったもの = 薬物動態
- § 薬物動態は吸収 (A), 分布 (D), 代謝 (M), 排泄 (E) の4過程に分けられ、ADMEと呼ばれたり、最近ではDrug metabolism and Pharmacokineticsの略からDMPKとも呼ばれる。



解析方法はどんなものがあるのか？

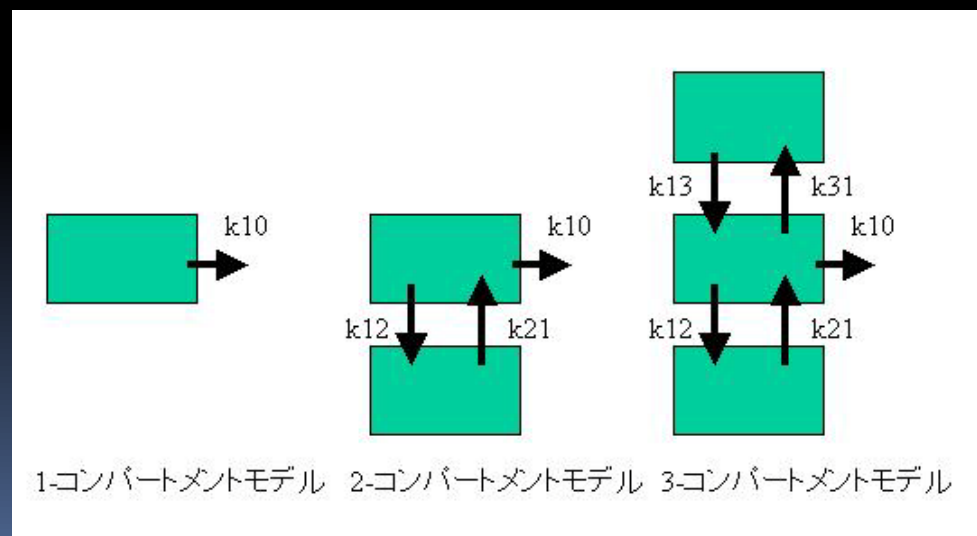
1. コンパートメント解析
2. 生理学的モデル
3. モーメント解析



解析法としては大きく3つある

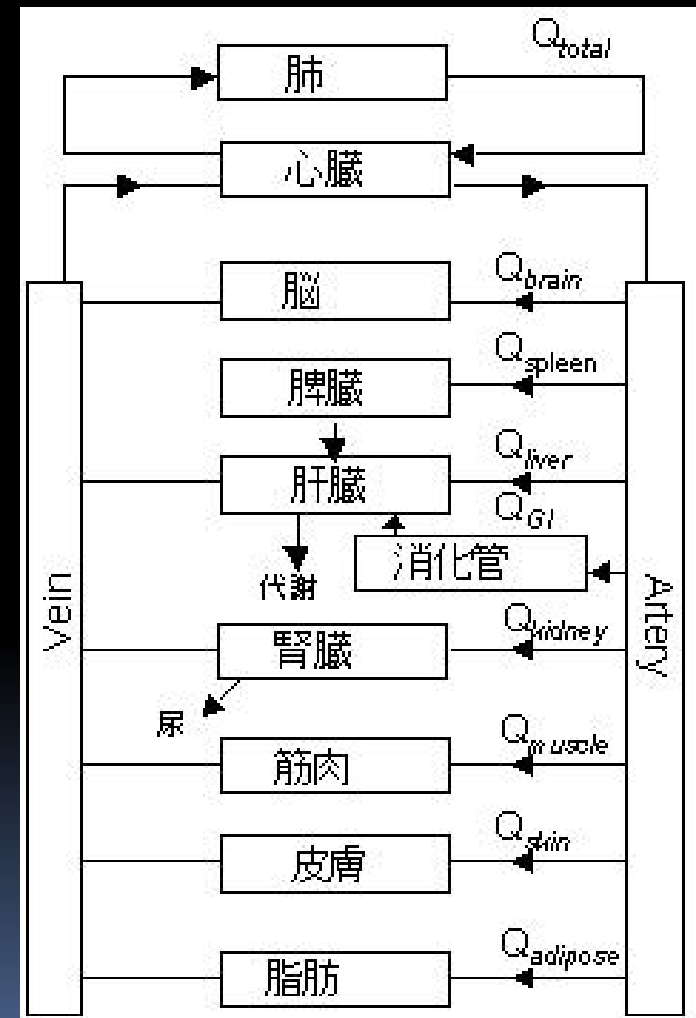
コンパートメント解析

- § コンパートメント解析は、ただ単に生体をいくつかの箱に仮定しており計算が比較的簡便である。
- § 生体のメカニズムを無視して考えている点が問題となる。
- § 予測ができる



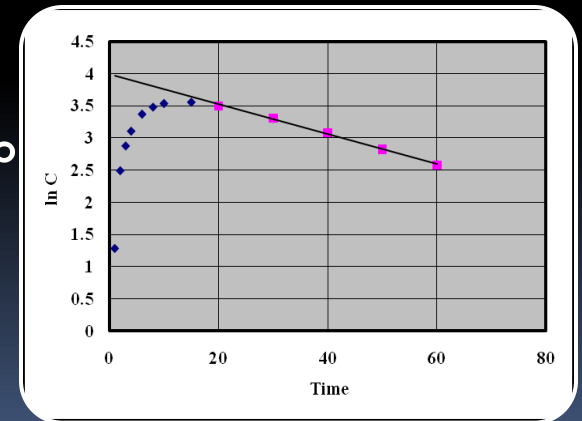
生理学的モデルによる解析

- § 生理学的モデルは臓器 1 つ 1 つを血流でつなぎ、血流で式を表す。
- § 生体を反映したモデル。蛋白結合、代謝等の各種変動による血漿中濃度の変動を予測可能。モデル構築が困難。

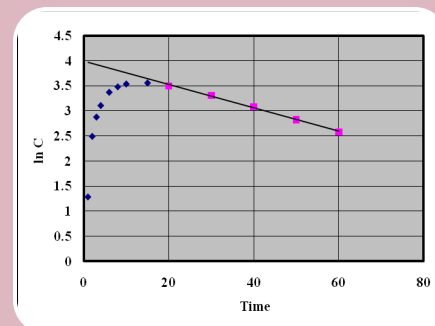
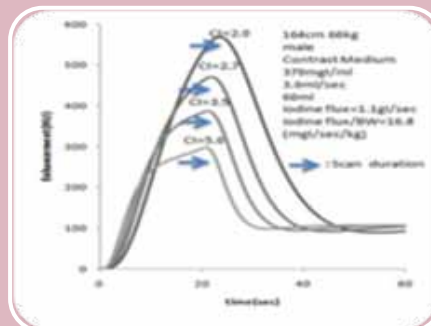
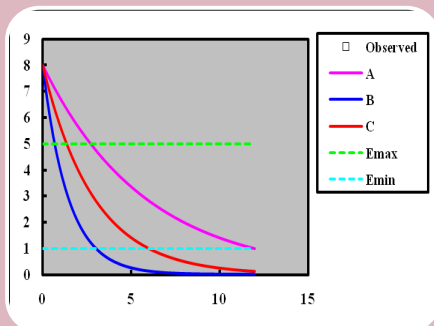


モーメント解析

- § 血漿中濃度推移を統計的手法で表現したりするものでモデルを用いない解析法で客観的であり、誰がやってもほぼ同じ結果になる。
- § 生体のメカニズムを無視して考えている点が問題となる。
- § 評価のみで予測はできない。



薬物動態解析の解析手法



コンパートメントモデル

- 薬物は生体内のコンパートメントに分布する
- $C = Ae^{-k_{el}t}$ k_{el} : 消失速度定数

生理学的モデル

- 薬物は生体内のさまざまな臓器に分布する
- 連立微分方程式

モーメント解析

- 薬物の生体内での確率分布
- AUC : 血中濃度時間曲線下面積、MRT平均滞留時間

山口功氏の解析手法は生理学的モデルである

薬物動態解析を用いた大動脈における造影剤濃度変化の推測：MDCTを使用した急速静注下造影検査（山口・他）

621

原 著

薬物動態解析を用いた大動脈における造影剤濃度変化の推測： MDCTを使用した急速静注下造影検査

山口 功^{1, 2)}・林 弘之³⁾・鈴木正行²⁾・木戸屋栄次¹⁾・東村享治¹⁾

論文受付
2007年1月29日

論文受理
2007年3月19日

Code No. 270

1) 福井大学医学部附属病院放射線部

2) 金沢大学大学院医学系研究科保健学専攻

3) 福井大学高エネルギー医学研究センター

背 景

CT検査を受ける被検者の身体的条件は千差万別で、造影剤濃度、注入量、注入速度、撮影タイミングを同一にした場合でも被検者間の造影効果に差異が生じることはよく経験することである。これを回避し、造影効果の標準化と再現性の確保を行うため、被検者体重1kgあたりに投与するヨード量を規定し、造影剤注入時間を一定にする八町ら¹⁾の手法が現在、容認さ

たものである。また、注入時間を一定にする方法は、流体力学に基づいて大動脈のtime-enhancement curve (TEC)の形状変化を少なくする働きがある。しかし、被検者の心機能の違いによって動脈優位相で代表される早期の造影時相に関しては時間的バラツキを生じることがある。

近年、普及しつつあるmulti-detector row computed tomography (MDCT)では、データ収集時間が飛躍的に

モデルの作り方

どのように進めていけばいいの
だろう？





まず、血液の量を決める



循環血液量は？



一般的に体重の1/13,
体重の7%(女性)～8%(男性)といわれる

循環血液量は？

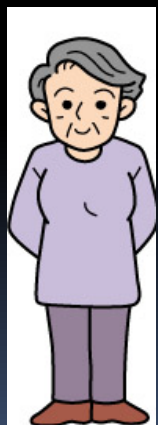


OGAWA式より算出する



$$V(\text{ml}) = (0.168H^3 \times 0.05W + 0.444) \times 1000$$

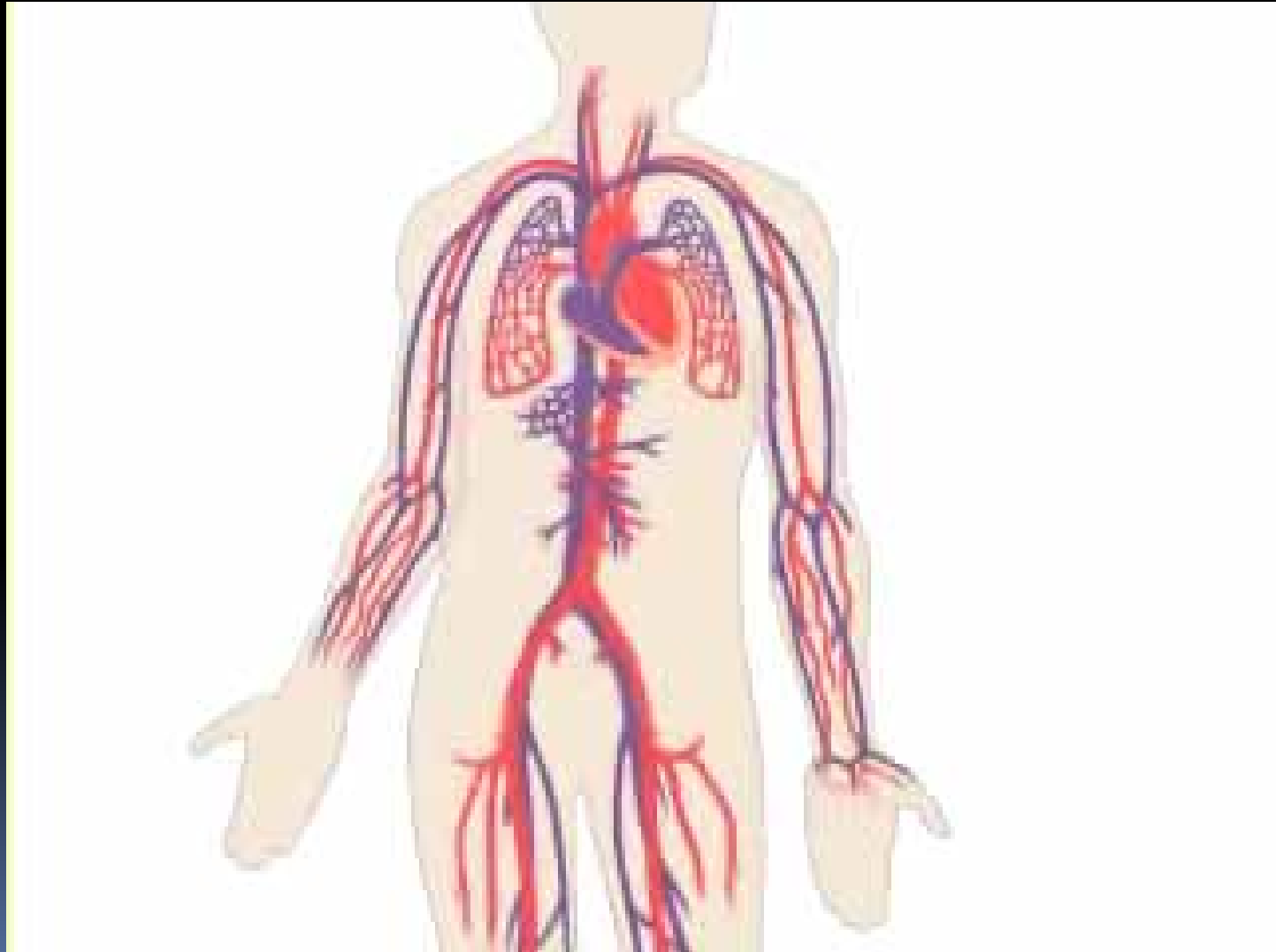
H : 身長(m) W : 体重(kg)



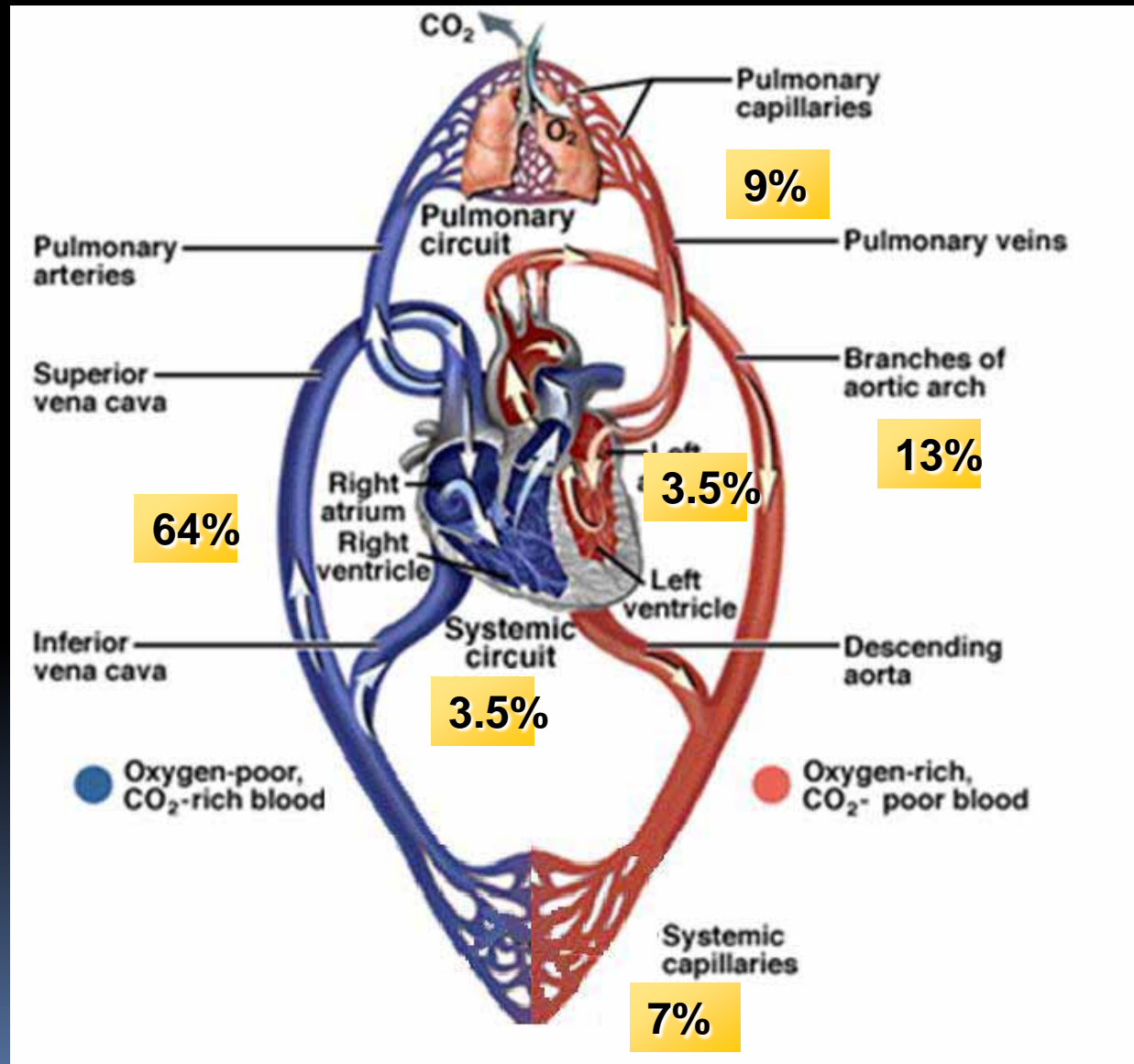
$$V(\text{ml}) = (0.250H^3 \times 0.063W - 0.662) \times 1000$$

身長と体重で循環血液量
が増減する

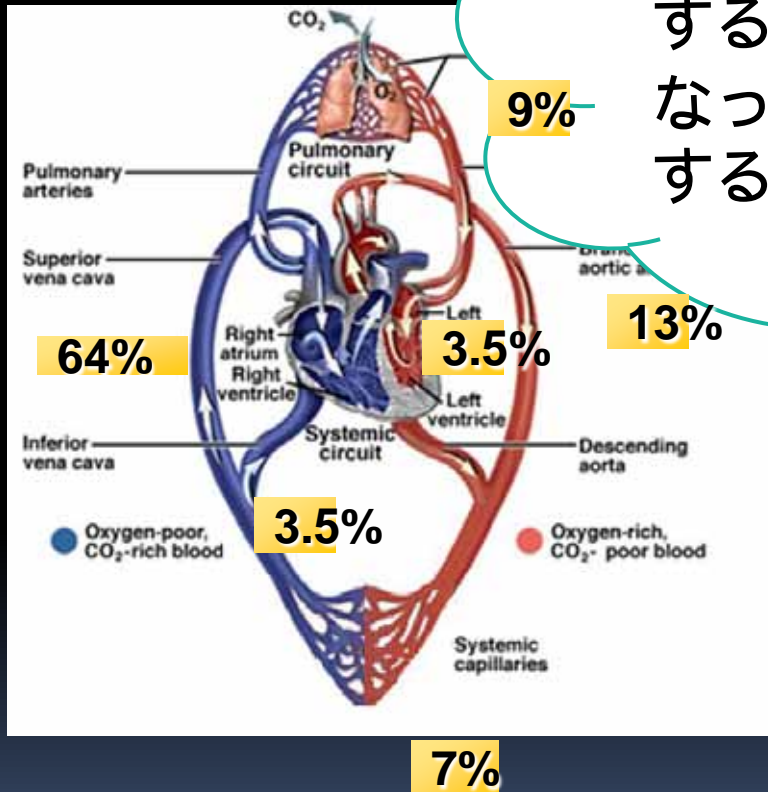
次に循環系を6つの部屋と考える



循環系における血液量分布は？



静脈の分布？ 静脈の容量は



静脈の分布は100-9-13-7-7=64%なのにそのまま計算するとCT値が異常に高くなってしまう。これを解決するには？？？



静脈の容量は分布容積 (Vd) の考え方を使う！！

薬物を注射したとき、薬物は血液・体液などあらゆる組織に分布する。このとき薬物が血液・体液などに対して、どれだけの体積に分散したかを表す見かけの容積

造影剤の分布容積はおおむね体重1kgあたり110mlである。

静脈の容量は別の方法で求める

§ 造影剤の分布容積が体重1kgあたり110ml見かけの体積に分布している。

よってある体重 Wt (kg) の患者の見かけの体積は
 $Vd(ml/kg) \times Wt (kg) = 110 \times Wt$ で計算される。

見かけの体積 $110 \times Wt$ から右心系、肺循環系、左心系、大動脈系、毛細血管系の比率を足した36%を循環血流量にかけたものから差し引いて求めた。

静脈の容量は
 $= 110 \times Wt - 0.36V$ で計算する

そのために循環血液量 を6つに分配する



インジェクタ

次にポンプを2つ準備する



ポンプ



3.5%

右心系 V_R

9%

肺循環系 V_p

3.5%

左心系 V_L

静脈系 V_v

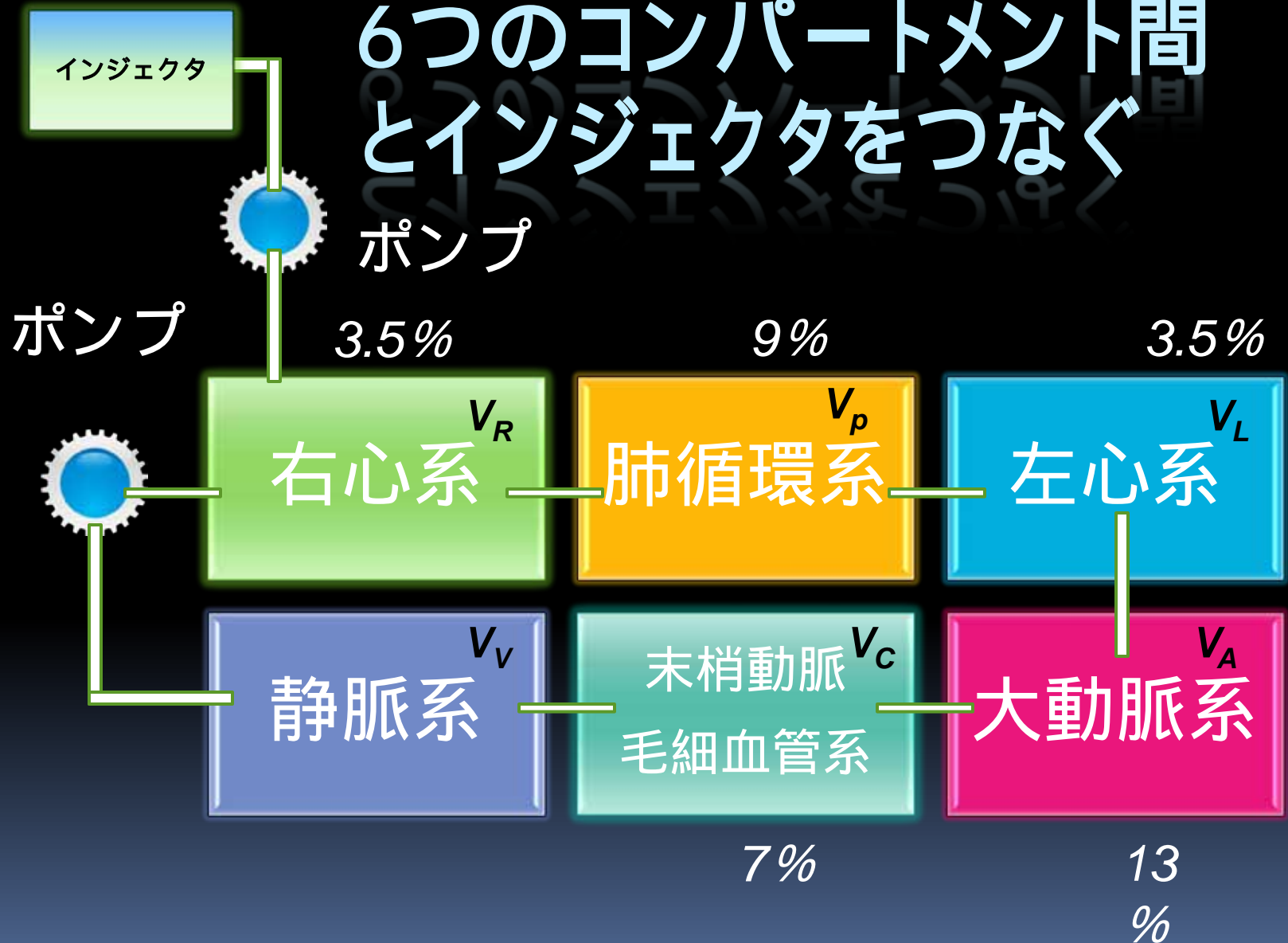
末梢動脈 V_c
毛細血管系

7%

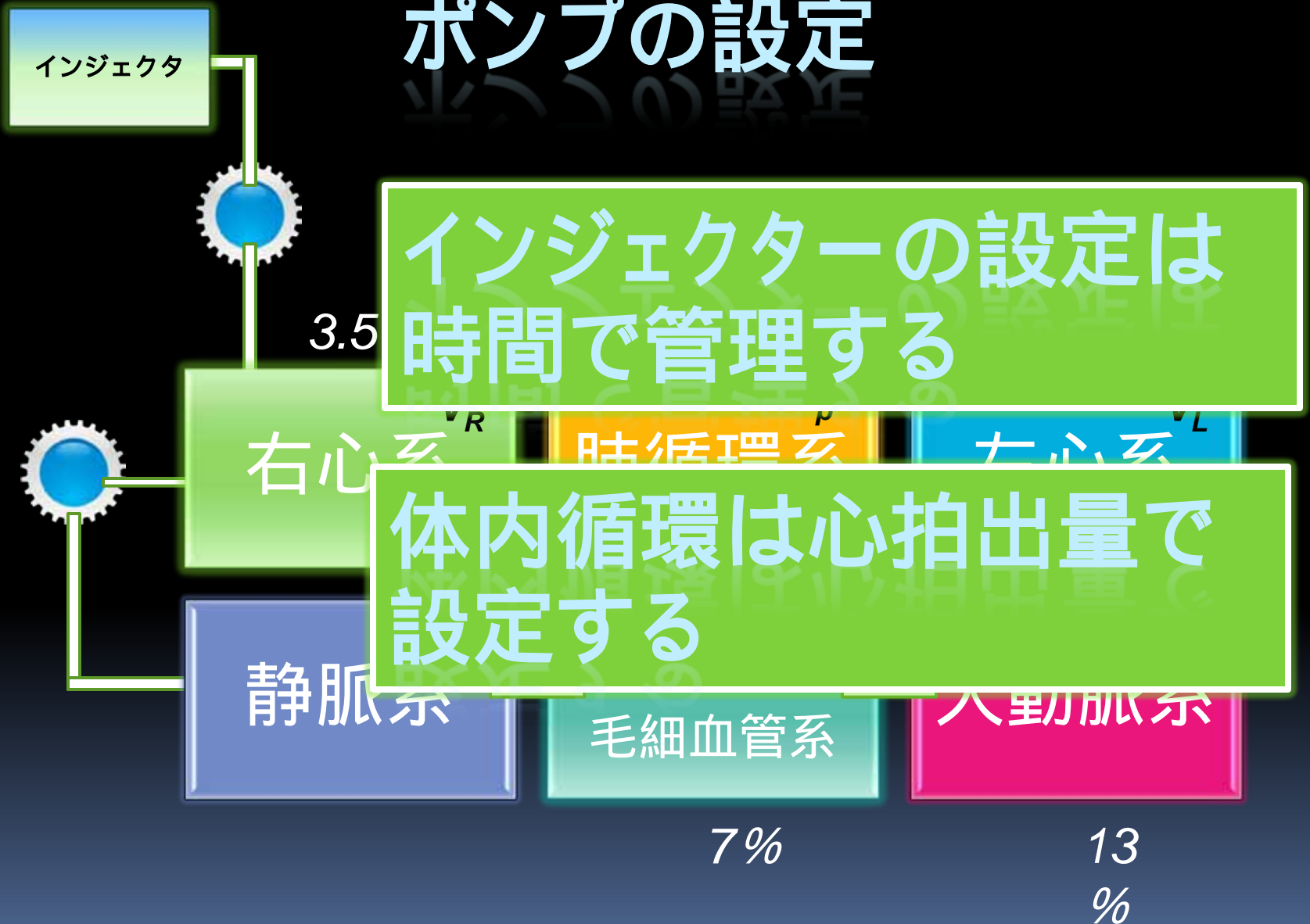
大動脈系 V_A

13
%

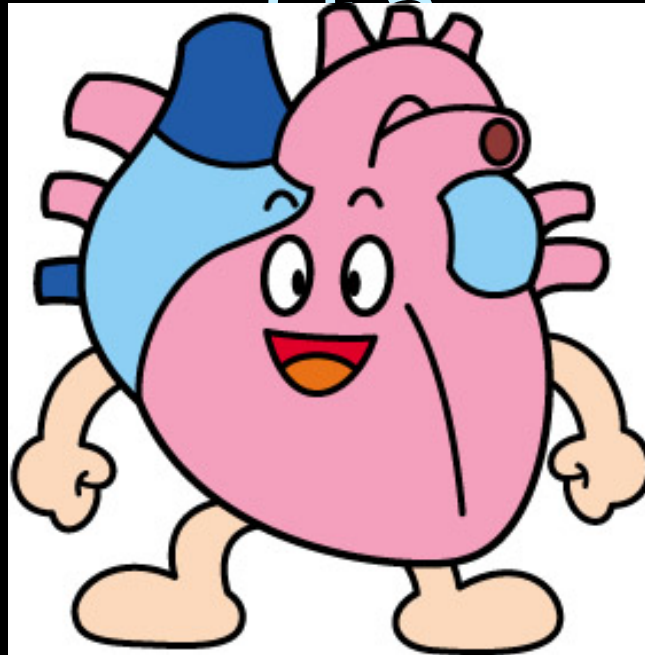
6つのコンパートメント間 とインジェクタをつなぐ



ポンプの設定



体内を循環させる流速 = 心拍出量



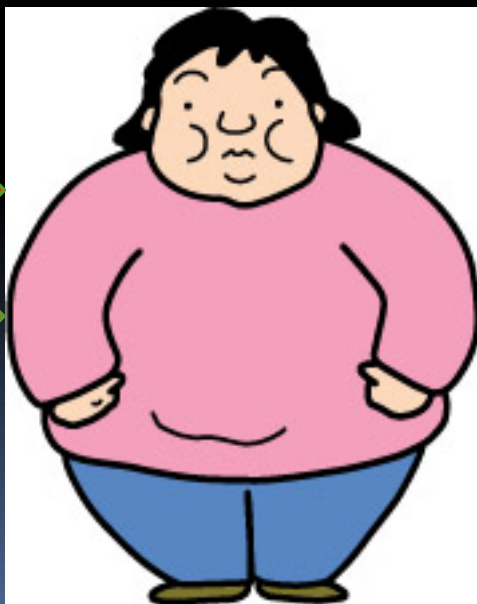
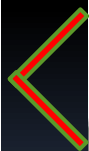
Cardiac output(ml/sec)

$$=(100/6) \times CI \times H^{0.725} \times W^{0.425} \times 0.20247$$

CI : 心係数, H : 身長(m), W : 体重(kg)

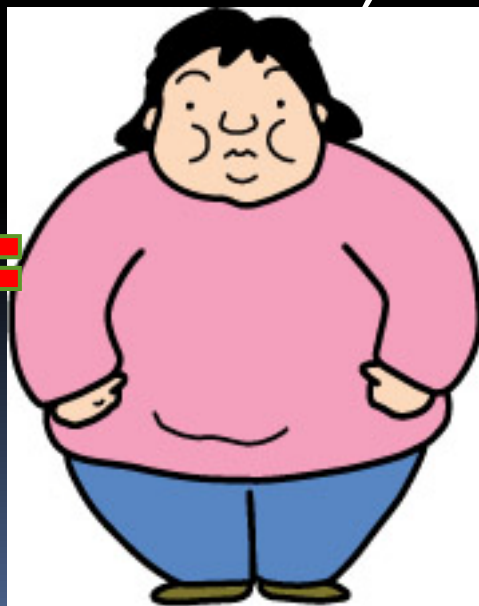
心拍出量の算出ではCI(心係数)を決めなければならない。
心係数とは何だろう？

心拍出量(L/min)



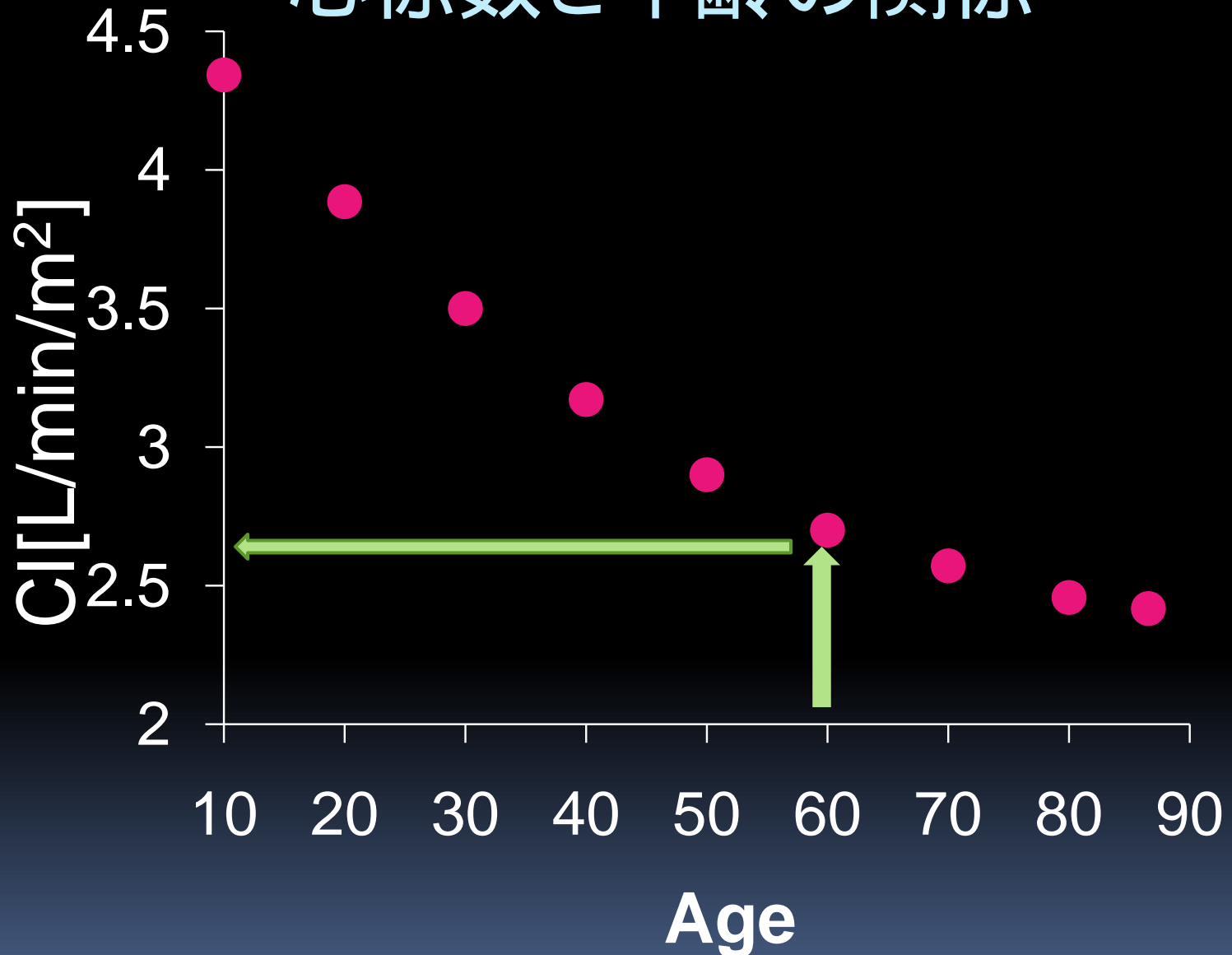
心拍出量の算出ではCI(心係数)を決めなければならない。
心係数とは何だろう？

心係数
($\text{L}/\text{min}/\text{m}^2$)



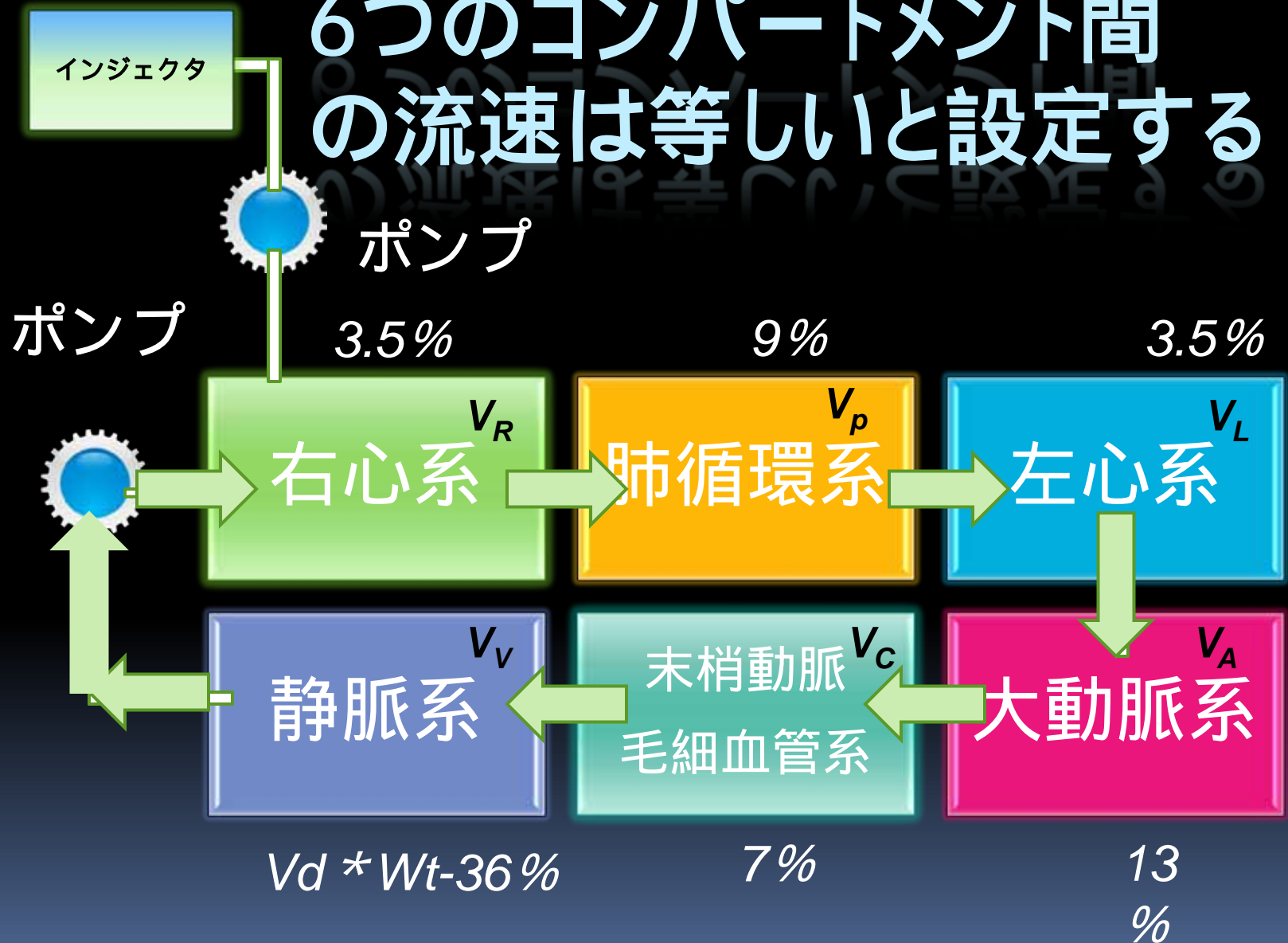
体格が大きいと心拍出量が大きくなるので
心拍出量を体表面積で除して
体格の影響を受けにくくする。

心係数と年齢の関係



Guyton & Hallの生理学より

6つのコンパートメント間の 流速は等しいと設定する



連立微分方程式

右心系

$$V_R \cdot dC_R/dt = Q_0 C_0 - Q_R C_R + Q_V C_V$$

肺循環系

$$V_p \cdot dC_p/dt = Q_R C_R - Q_P C_P$$

左心系

$$V_L \cdot dC_L/dt = Q_P C_P - Q_L C_L$$

大動脈系

$$V_A \cdot dC_A/dt = Q_L C_L - Q_A C_A$$

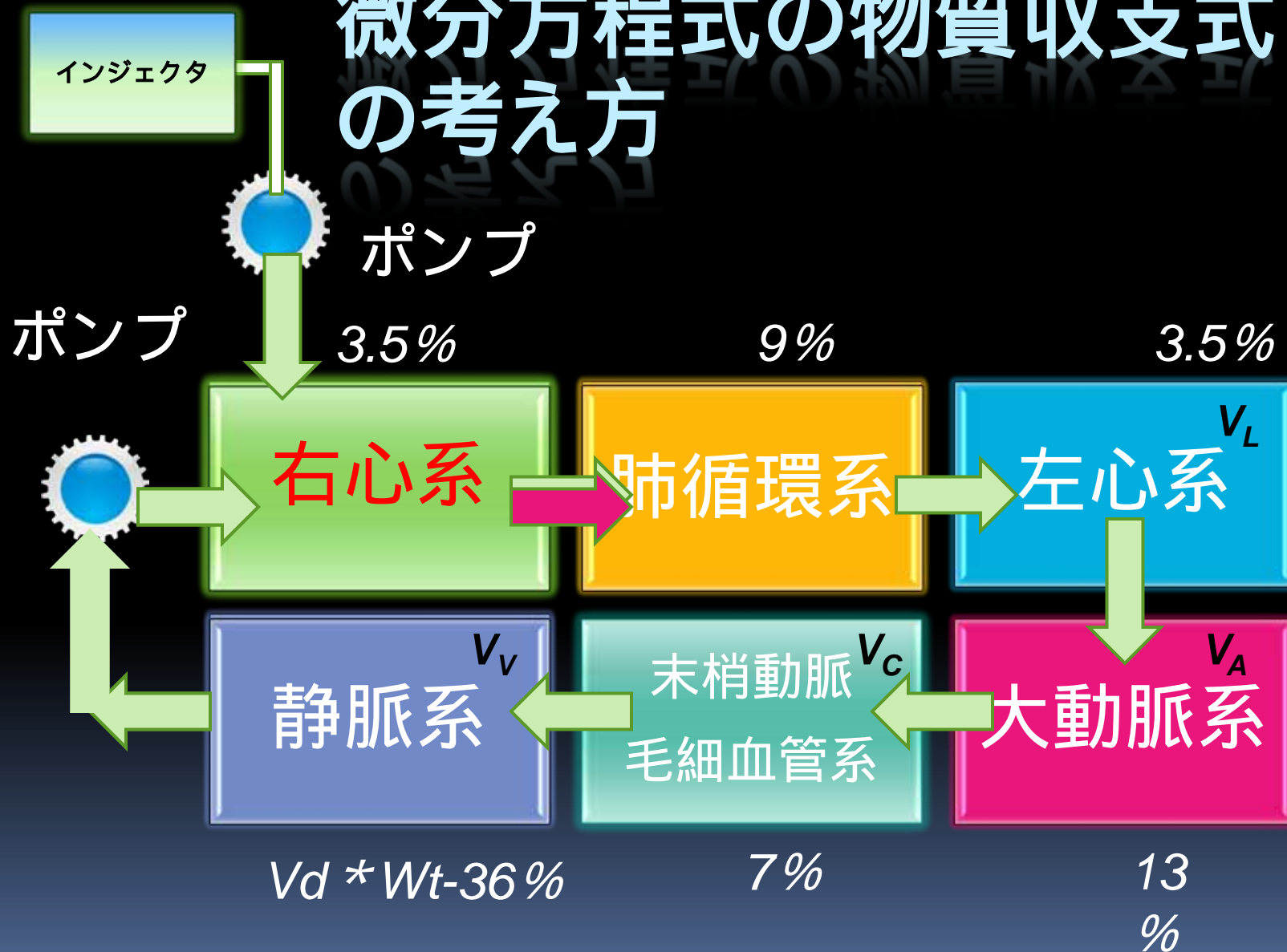
毛細血管系

$$V_C \cdot dC_C/dt = Q_A C_A - Q_C C_C$$

静脈系


$$V_v \cdot dC_v/dt = Q_c C_c/k_p - Q_v C_v/k_p$$

微分方程式の物質収支式 の考え方



微分方程式の考え方(1)

右心系の場合


$$\begin{aligned} \frac{d C_R}{d t} &= \frac{\text{右心系の濃度変化}[\text{mg/ml}]}{\text{時間変化}[\text{sec}]} \\ &= \frac{\text{時間あたりのコード量}[\text{mg/sec}]}{\text{右心系の容量}[\text{ml}]} \\ &= \frac{\text{Injector} + \text{静脈} - \text{右心系} [\text{mg/sec}]}{\text{右心系の容量}[\text{ml}]} \end{aligned}$$

微分方程式の考え方(2)

§ Injectorから注入した造影剤は100%体内に入力されたものとしている。

 生食後押しを前提

§ 各コンパートメント間の血流律速
($Q_R=Q_P=Q_L=Q_A=Q_C=Q_V$ (ml/sec)) が
成立すると仮定

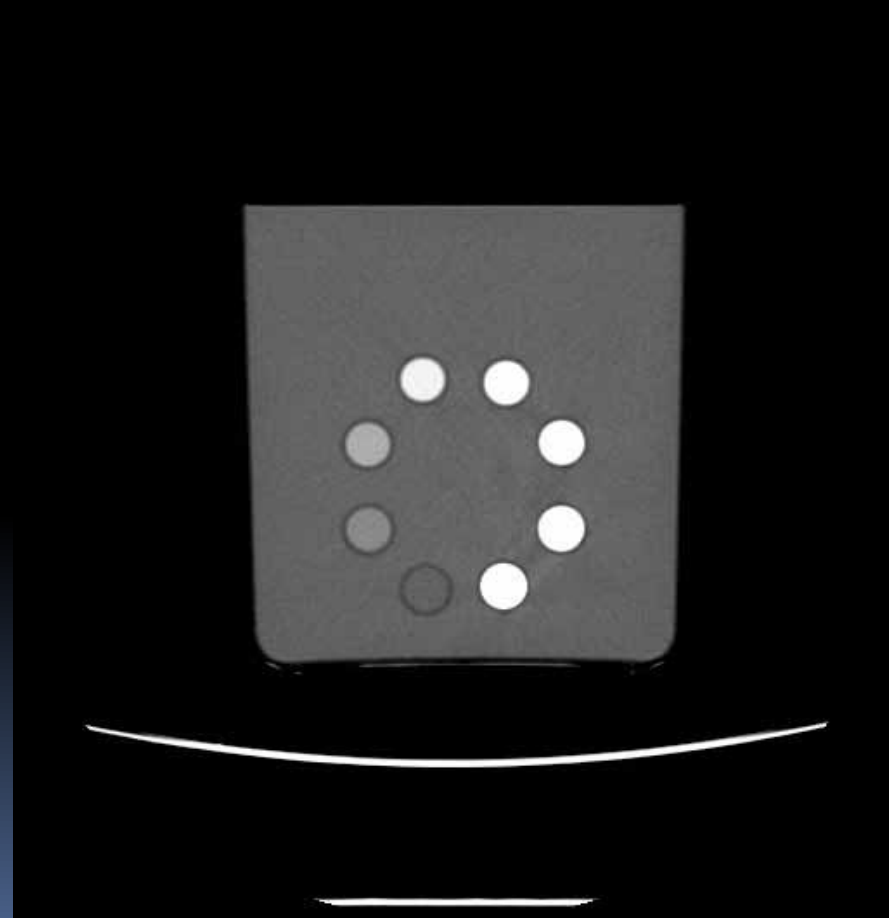
 心機能に依存する

造影剤濃度をCT値へ変換

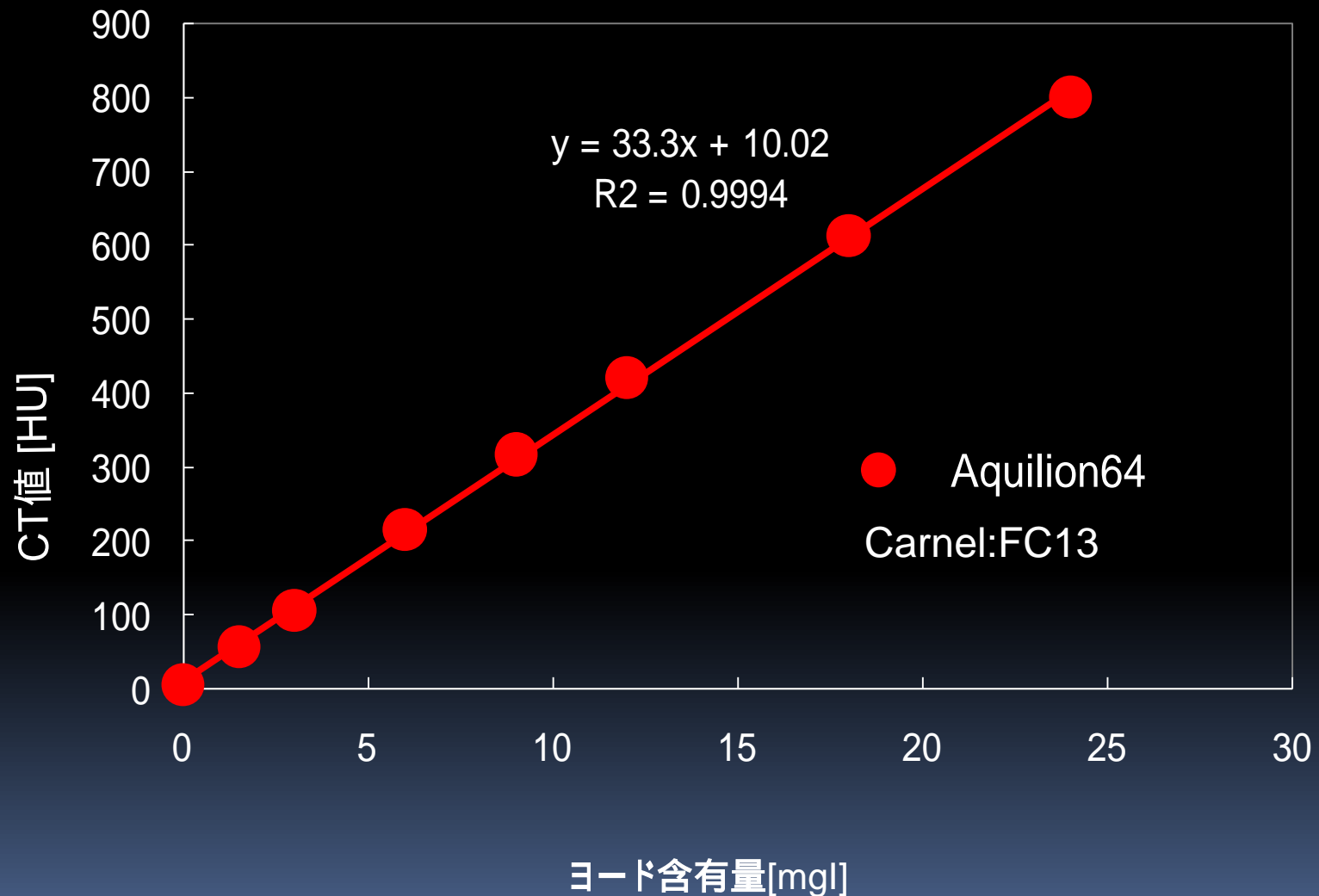
大動脈の造影剤濃度はわかったがCT値に変化する必要がある。

造影剤濃度とCT値の関係を数式で算出しよう。

自作CT値測定用ファントム



ヨード量とCT値の関係



造影剤濃度からCT値への算出

u 造影剤濃度からCT値への算出
は自作CT値測定ファントムの結
果より

Toshiba Aquilion64の場合
34.8HU/mglとした。

TDCは何の手法を使って 計算するのか？

- § 常微分方程式の数値解法の一つ手法であるルンゲクッタ法(Runge-Kutta Method)を使用。
- § ルンゲクッタ法は、初期値を設定してやれば、PCのソフトでTDCに対応したCT値を算出。

$$dC_A/dt = (Q_L C_L - Q_A C_A) / V_A$$

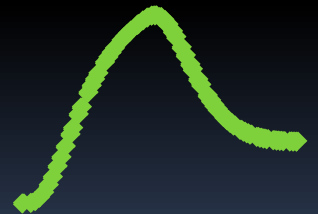


C_A (大動脈の濃度)



CT値

ルンゲクッタ法





2.Polymath soft の使用法

Polymath softwareのHome page

Polymath Main Page Text - Windows Internet Explorer

http://www.polymath-software.com/

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

検索

McAfee

Google polymath

検索

動画 ニュース 急上昇 メール ボタン ギャラリー 翻訳

設定 ログイン

お気に入り おすすめサイト 本日のおすすめアド...

Polymath Main Page... 人生の不思議がハラオチ...

home | overview | order | manuals | support | demos

$$\begin{aligned} CB0 &= 1.5 \\ d(x)/d(w) &= -rA/FA0 \\ delH &= -40000 \\ \log P &= a-b \\ (C+TC) &= -2.38173 \end{aligned}$$

polymath
software

<http://www.polymath-software.com/>

UNIQUE - Polymath ODE_Solver - An Excel Add-In for Ordinary Differential Equations - [More Information](#)

[Reasons to Use Polymath](#)

[Universities with Site Licenses](#)

[Related Publications](#)

[ASEE Materials 2002](#)

[ASEE Materials 1997](#)

[Test Problem](#)

POLYMATH Book Now Available from POLYMATH Co-Authors

[Book Overview](#)

[Book Information/Purchase from Amazon.com](#) [Book Information/Purchase from Prentice Hall](#)

[Book Information for Instructors](#) [Book Information from Safari Books Online](#)

[Book Now Available in Spanish - Information](#)

POLYMATH 6.1

POLYMATH Software

[[home](#) | [overview](#) | [order](#) | [manuals](#) | [support](#) | [demos](#)]

ページが表示されました

インターネット | 保護モード: 有効

100%

3 Microso... 5 エクス... 2 Microso... Polymath M... A 般 CAPS KANA

17:14

Polymath softwareの特徴

- § **Mordechai Shacham** ,Michael B. Cutlipらの化学工学の教授らが作ったソフト
- § 線型方程式、非線型方程式、微分方程式
線型及び多項式回帰の解析ができる。
- § 化学工学で主に用いられているソフト
- § エクセルにデータを簡単に出力できる
- § 他にエクセルAdd inもありエクセルで
利用可能

購入先と費用

- § <http://www.polymath-software.com>で購入できる。
- § POLYMATH 6.1-Professional Use Version CD-ROM版22,125円、
- § POLYMATH 6.1-Educational Use Version ダウンロード版4,279円
- § クレジットカードのみで購入。
- § 15日間のTrial版もある。



今からSimulation開始



Simulationの条件設定は？

日本人 男性(50～69歳)

基準身長(164.7cm)、体重(64kg)

心係数は2.7 (L/min/m²)

心拍出量 = $CI \times BSA = 2.7 \times BSA$ で計算

300mgI

3.0ml/sec 60ml

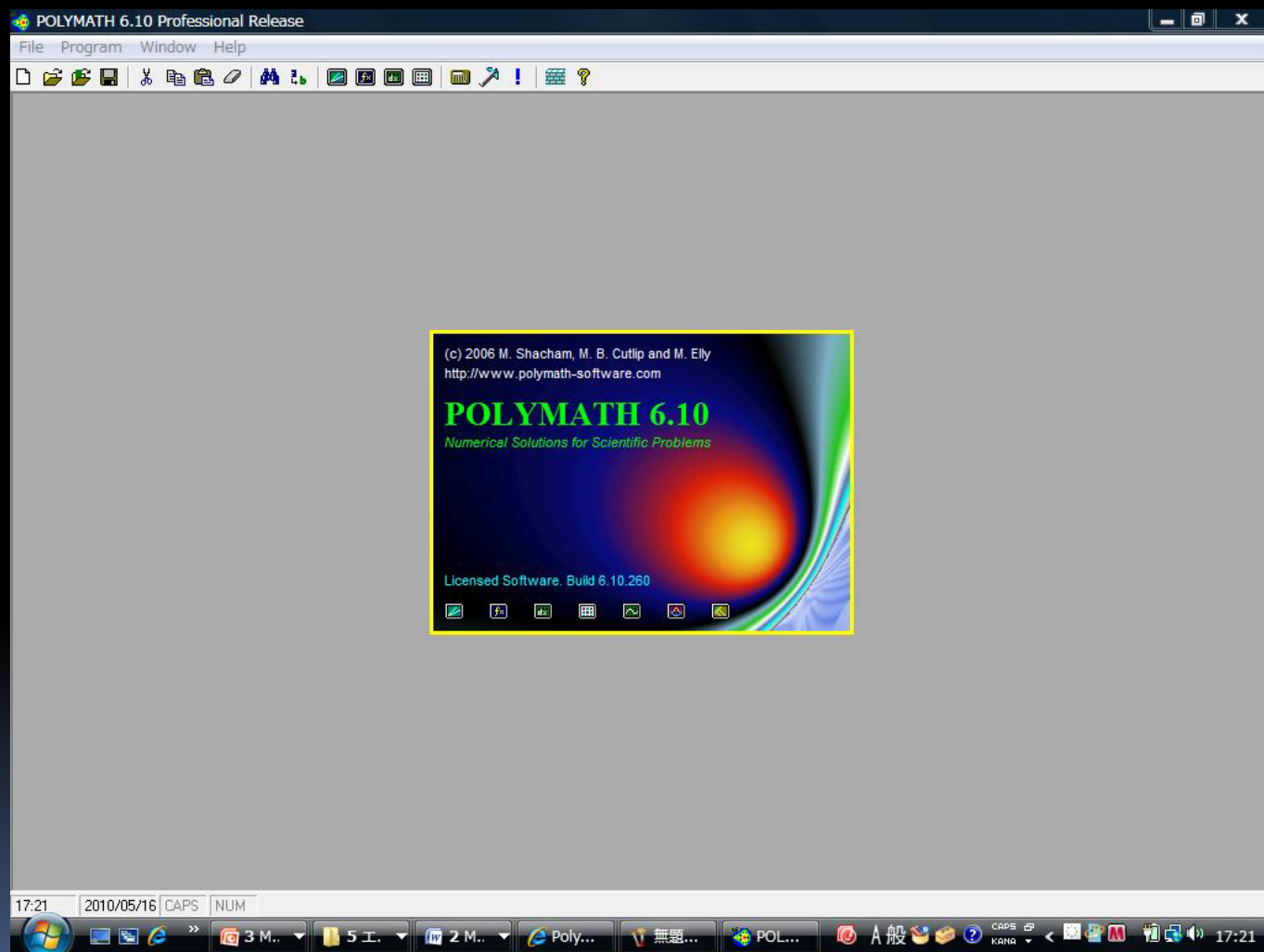
20sec注入

生食後押し

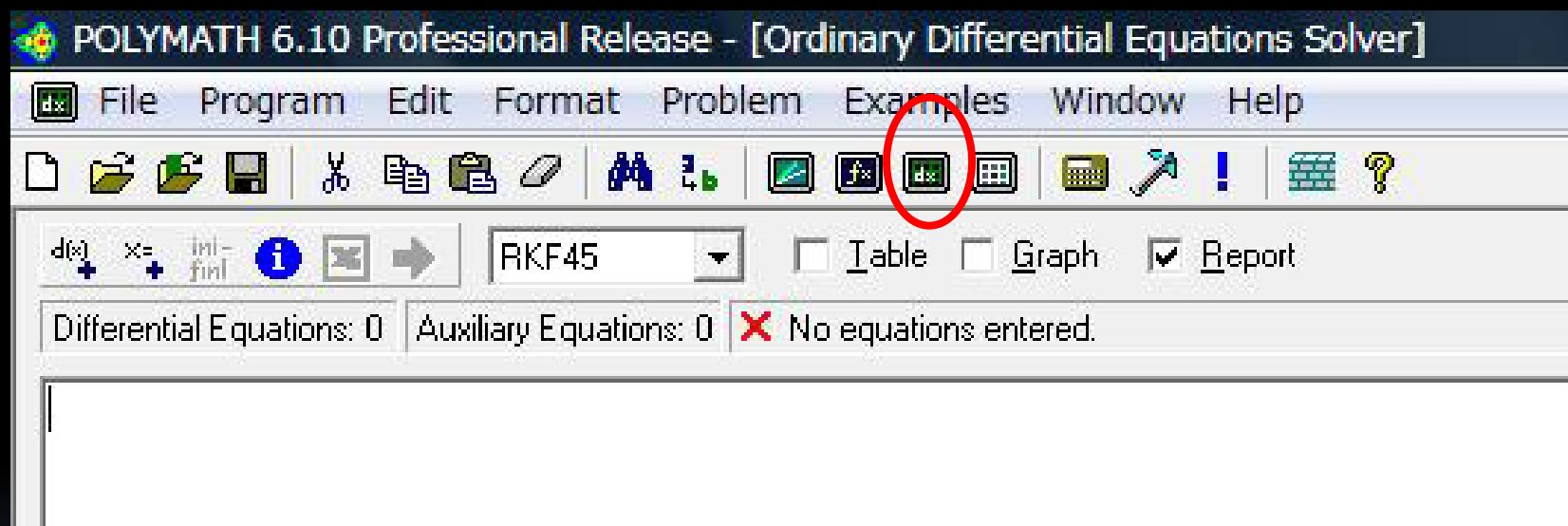
100%造影剤が体内に注入されたと仮定



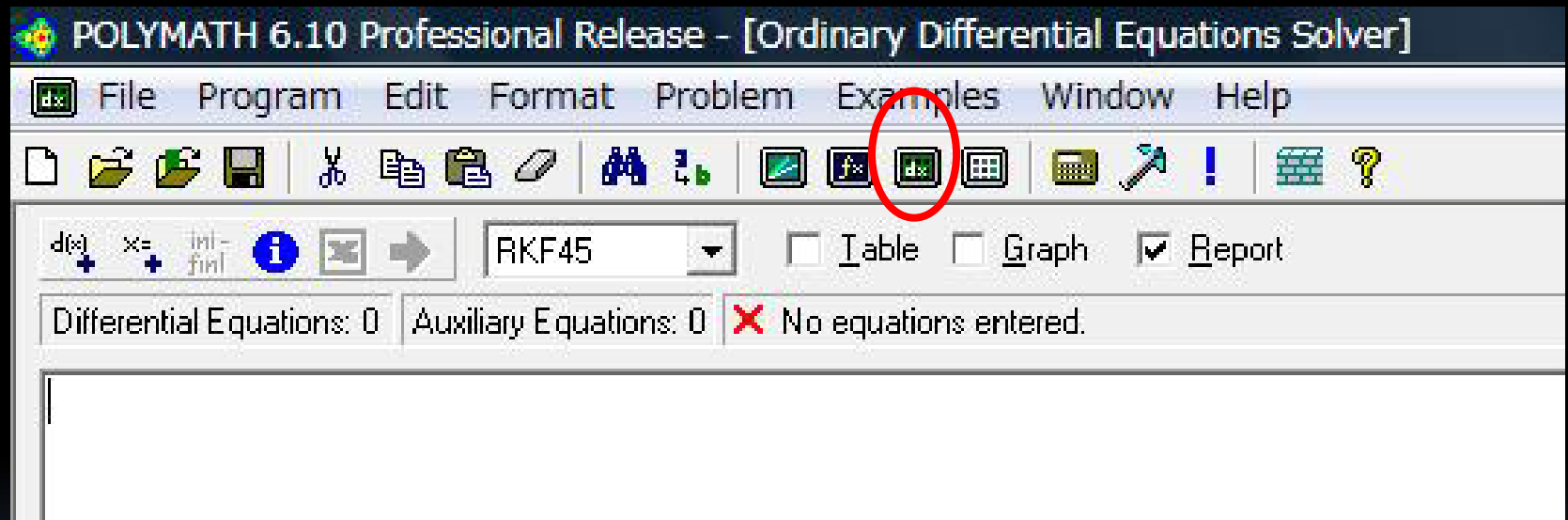
ソフトの起動と初期画面



Programの中の微分方程式を解く モードを選択する



Ordinary Differential Equations solver が開く



Step 1: 循環血液量と血管系の血液の分布を設定する

```
V=(( 0.168*H^3)+(0.05*W)+0.444)*1000 # Circulation of Blood (ml)
VR=V*0.035#Volume of Right Heart{ml}
VP=V*0.09#Volume of Pulmonary Circulation [ml]
VL=V*0.035#Volume of Left Heart[ml]
VA=V*0.13#Volume of Aorta[ml]
VC=V*0.07#Volume of Capillary[ml]
Vv=W*110-(0.36*V)#Volume of Veno[ml]
```

Step2: 心拍出量を設定する

```
# The explicit equations  
Q=(100/6)*(2.7*(H^0.725)*(W^0.425)*0.20247263) #Cardiac output(ml/sec)  
H=1.647 # Height(m)  
W=64 #Weight(kg)
```


Step3 : 造影剤の注入条件を設定する




```
M=60# Mount of Contrast Media(ml)  
Q0 = if (20<t ) then (0) else (3 )# Flow rate(ml/sec)  
C0= 10440 # CT Value(300mgI*34.8)
```


Step4: 微分方程式を入力する

POLYMATH 6.10 Professional Release - [Ordinary Differential Equations Solver]

File Program Edit Format Problem Examples Window Help



$d(x)/dt$ $x=$ ini-finl    RKF45 ☐ Table ☐ Graph ☒ Report

Differential Equations: 6 Auxiliary Equations: 0  Undefined variables : Q0, C0, Q, VR, VP, VL, VA, VC, Vv

Example 1 - Estimation of Aortic Time-enhancement Curve in Pharmacokinetic Analysis

$d(CR)/dt = ((Q0 * C0) - (Q * CR) + (Q * Cv)) / VR$ # Right Cardiac System (Concentration)

$d(CP)/dt = ((Q * CR) - (Q * CP)) / VP$ # Pulmonary Circulation System (Concentration)

$d(CL)/dt = ((Q * CP) - (Q * CL)) / VL$ # Left Cardiac System (Concentration)

$d(CA)/dt = ((Q * CL) - (Q * CA)) / VA$ # Aortic System (Concentration)

$d(CC)/dt = ((Q * CA) - (Q * CC)) / VC$ # Peripheral capillary System (Concentration)

$d(Cv)/dt = ((Q * CC) - (Q * Cv)) / Vv$ # Veno System (Concentration)

Step5: 各コンパートメントの初期濃度を設定する

Initial values of the differential variables

CR(0) = 0 # concentration of contrast medium in Right Heart(mgl/ml)

CP(0) = 0 # concentration of contrast medium in Pulmonary Circulation (mgl/ml)

CL(0) = 0 # concentration of contrast medium in Left Heart(mgl/ml)

CA(0) = 0 # concentration of contrast medium in Aorta(mgl/ml)

CC(0) = 0 # concentration of contrast medium in Capillary(mgl/ml)

Cv(0) = 0 # concentration of contrast medium in Veno(mgl/ml)

Step6:時間の設定をする

```
# Initial/final values of the independent differentiation variable  
t(0) = 0  
t(f) = 60
```


POLYMAT 6.10 Professional Release - [Ordinary Differential Equations Solver]

File Program Edit Format Problem Examples Window Help

d(e) + x = ini - fini RKF45 ☐ Table ☐ Graph ☒ Report

Differential Equations: 6 Auxiliary Equations: 13 ☒ Ready for solution

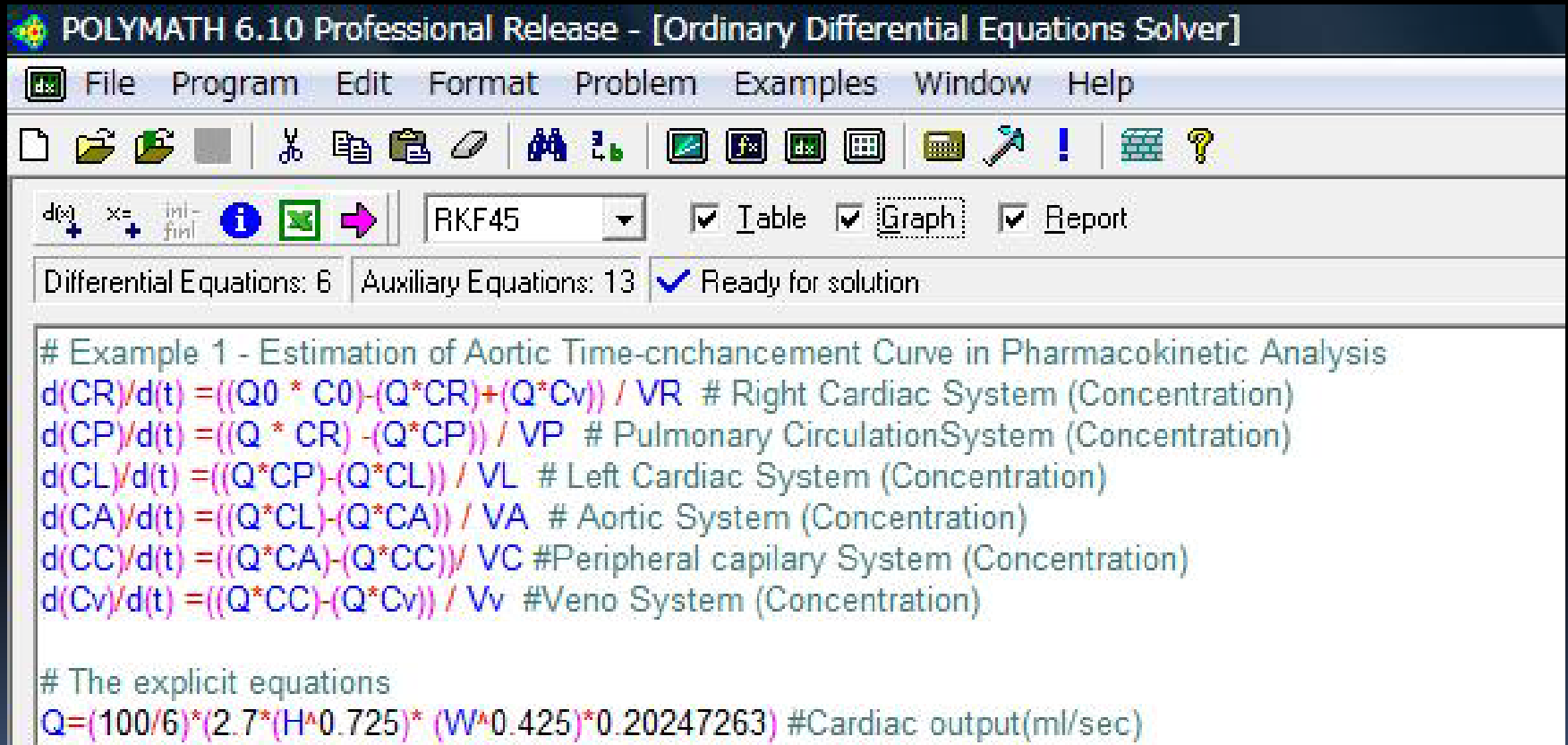
```
# Example 1 - Estimation of Aortic Time-enhancement Curve in Pharmacokinetic Analysis
d(CR)/dt = ((Q0 * C0) - (Q * CR) + (Q * Cv)) / VR # Right Cardiac System (Concentration)
d(CP)/dt = ((Q * CR) - (Q * CP)) / VP # Pulmonary CirculationSystem (Concentration)
d(CL)/dt = ((Q * CP) - (Q * CL)) / VL # Left Cardiac System (Concentration)
d(CA)/dt = ((Q * CL) - (Q * CA)) / VA # Aortic System (Concentration)
d(CC)/dt = ((Q * CA) - (Q * CC)) / VC #Peripheral capillary System (Concentration)
d(Cv)/dt = ((Q * CC) - (Q * Cv)) / Vv #Veno System (Concentration)]
# The explicit equations
Q=(100/6)*(2.7*(H^0.725)*(W^0.425)*0.20247263) #Cardiac output(ml/sec)
H=1.647 # Height(m)
W=64 #Weight(kg)

V=(( 0.168*H^3)+(0.05*W)+0.444)*1000 # Circulation of Blood (ml)
VR=V*0.035#Volume of Right Heart[ml]
VP=V*0.09#Volume of Pulmonary Circulation [ml]
VL=V*0.035#Volume of Left Heart[ml]
VA=V*0.13#Volume of Aorta[ml]
VC=V*0.07#Volume of Caplally[ml]
Vv=W*110-(0.36*V)#Volume of Veno[ml]
M=60# Mount of Contrast Media(ml)
Q0 = if (20<t ) then (0) else (3) # Flow rate(ml/sec)
C0= 10440 # CT Value(300mg/l*34.8)

# Initial values of the differential variables
CR(0) = 0 # concentration of contrast medium in Right Heart(mgl/ml)
CP(0) =0 # concentration of contrast medium in Pulmonary Circulation (mgl/ml)
CL(0) = 0 # concentration of contrast medium in Left Heart(mgl/ml)
CA(0) =0 # concentration of contrast medium in Aorta(mgl/ml)
CC(0) =0 # concentration of contrast medium in Capillary(mgl/ml)
Cv(0) = 0 # concentration of contrast medium in Veno(mgl/ml)

# Initial/final values of the independent differentiation variable
t(0) = 0
t(f) =60
```

解析開始



POLYMATH 6.10 Professional Release - [Ordinary Differential Equations Solver]

File Program Edit Format Problem Examples Window Help

$d(x)/dt$ $x=$ $ini-fini$ RKF45 ☒ Table ☒ Graph ☒ Report

Differential Equations: 6 Auxiliary Equations: 13 ☒ Ready for solution

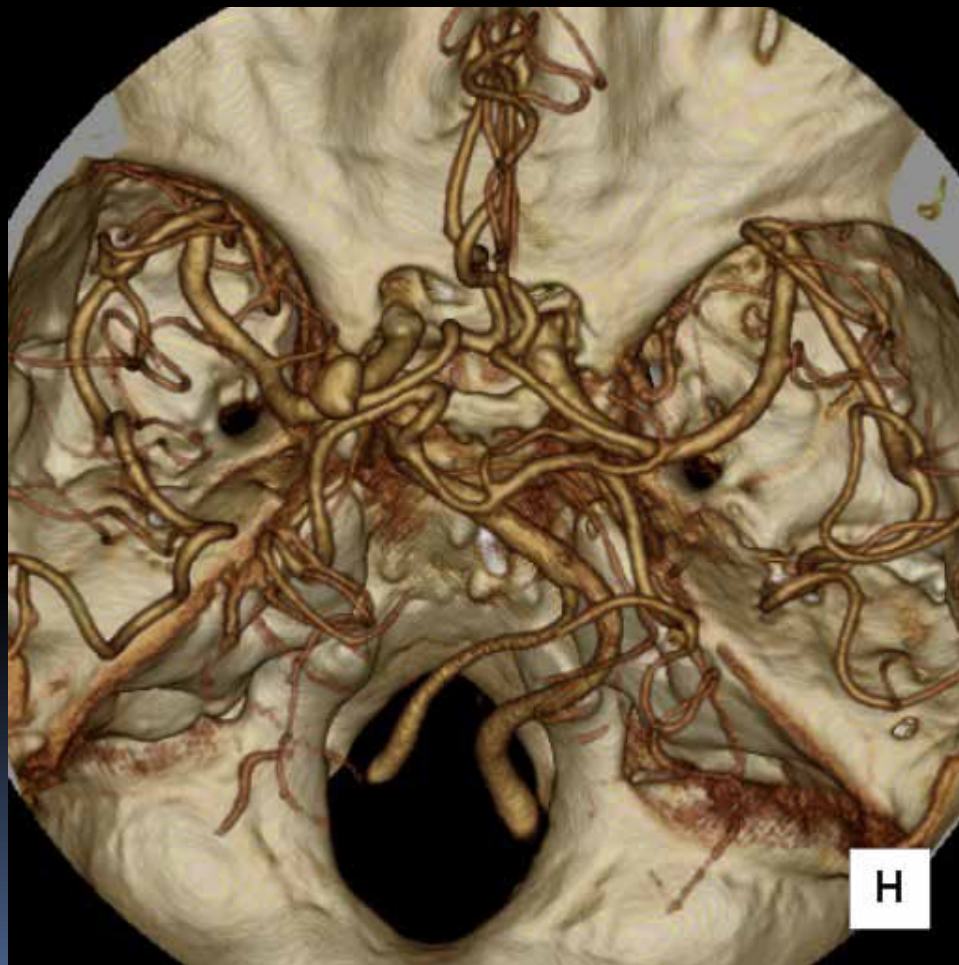
```
# Example 1 - Estimation of Aortic Time-enhancement Curve in Pharmacokinetic Analysis
d(CR)/d(t) = ((Q0 * C0) - (Q * CR) + (Q * Cv)) / VR # Right Cardiac System (Concentration)
d(CP)/d(t) = ((Q * CR) - (Q * CP)) / VP # Pulmonary Circulation System (Concentration)
d(CL)/d(t) = ((Q * CP) - (Q * CL)) / VL # Left Cardiac System (Concentration)
d(CA)/d(t) = ((Q * CL) - (Q * CA)) / VA # Aortic System (Concentration)
d(CC)/d(t) = ((Q * CA) - (Q * CC)) / VC # Peripheral capillary System (Concentration)
d(Cv)/d(t) = ((Q * CC) - (Q * Cv)) / Vv # Veno System (Concentration)

# The explicit equations
Q = (100/6) * (2.7 * (H^0.725) * (W^0.425) * 0.20247263) # Cardiac output (ml/sec)
```



3.Polymath soft の使用例

現在取り組んでいる 頭部CTAの造影法について



薬物動態解析と判別分析を利用 した頭部CTAの造影法の検討


国立病院機構 九州医療センター
放射線部 臨床研究センター

* 尾方 翔, 天川 一利, 内田陽子,
筒井昭詔, 松永 博, 町田 章



目的

薬物動態解析と判別分析を用いた
頭部CTAの造影法について検証し、
その有効性について調べた。





使用機器

§ Windows PC

§ Polymath professional ver.6.10

§ CT装置

Toshiba Aquilion64

§ Work Station

ZAIO STATION AMIN

§ 造影剤自動注入器

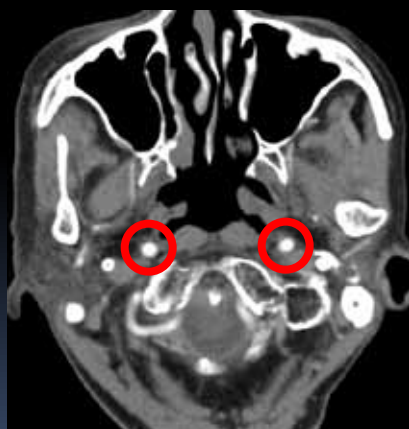
MEDRAD Stellant D

§ 統計ソフト

ystat2004, 多変量解析ソフト三毛猫

方法

- § 撮影手技 Test injection
- § 対象 頭部CTA施行163症例(2009年4～12月)
- § 対象群 頭部CTA 63症例(2007年6～11月)
33症例(2008年1～3月)

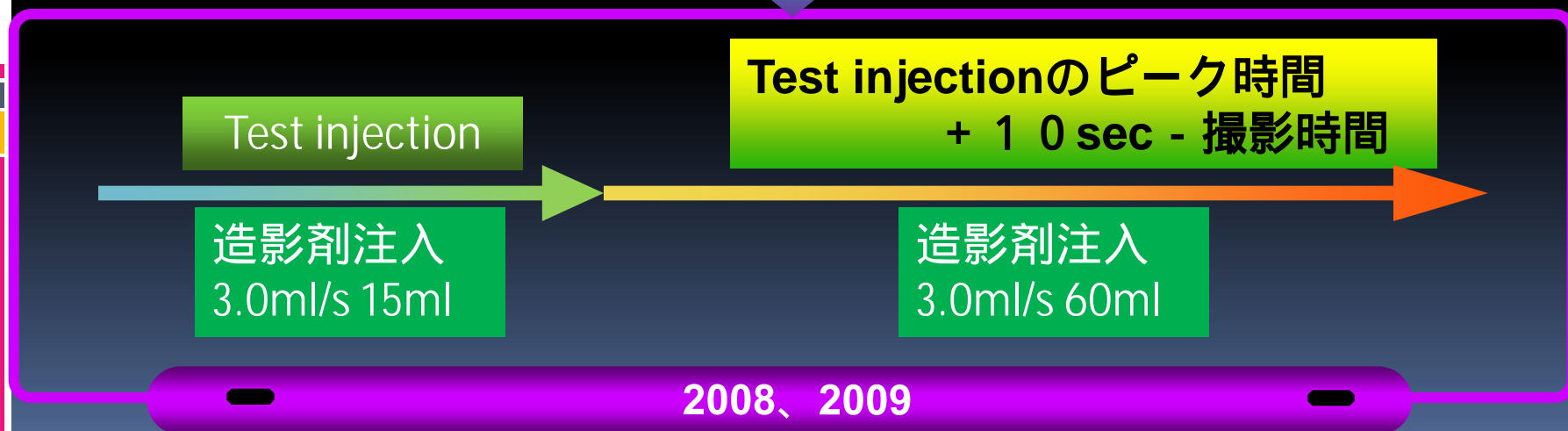
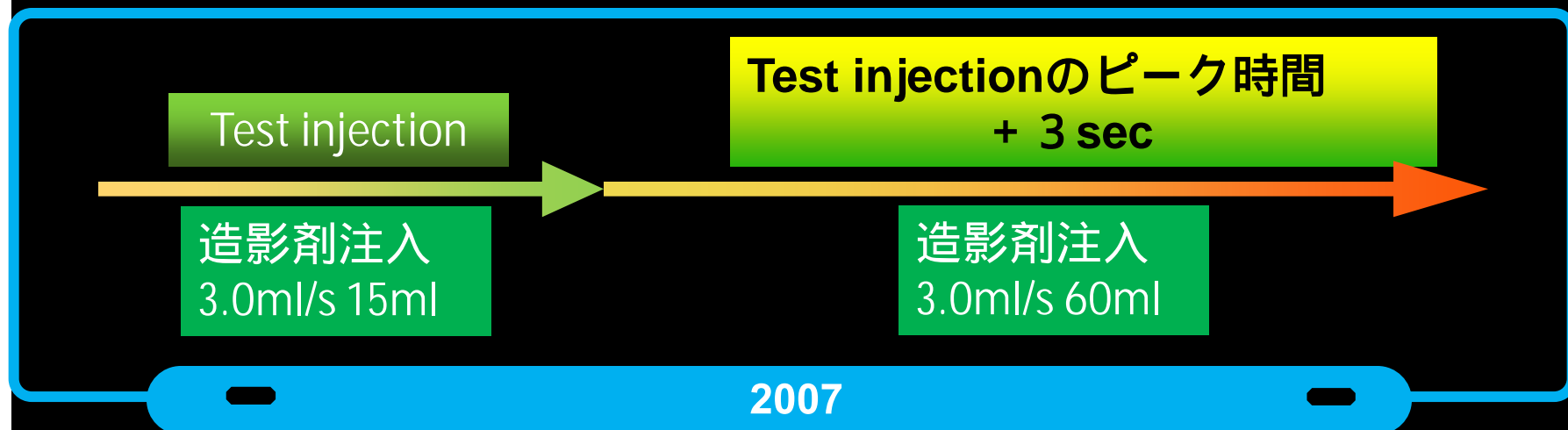


内頸動脈に
ROI

撮影条件

120kV 225mAs
スキャン速度：0.75sec
スライス厚：3.0mm
再構成スライス厚：
0.5mm
PF:0.641
HP:41

撮影開始時間の検討条件



撮影開始時間

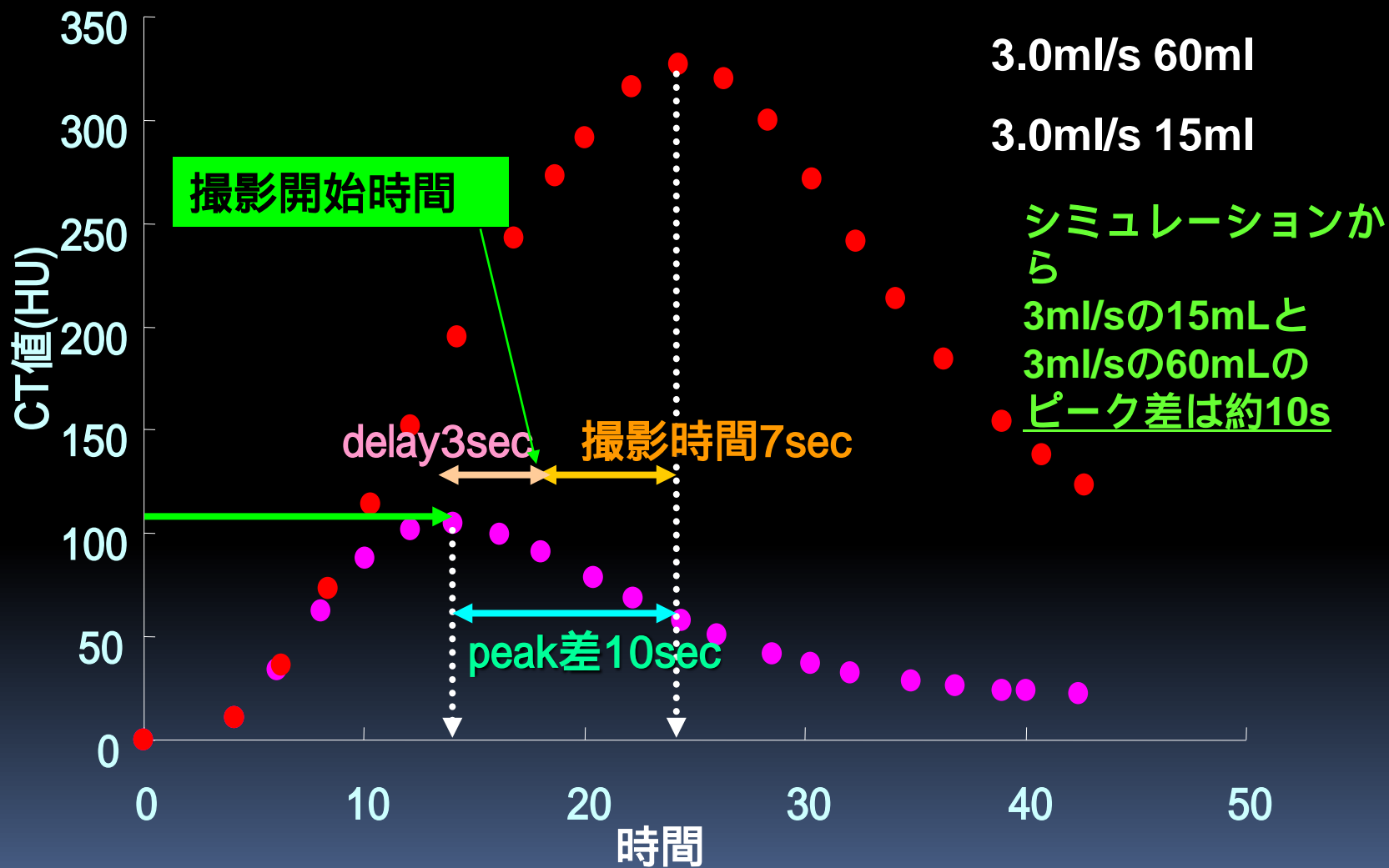
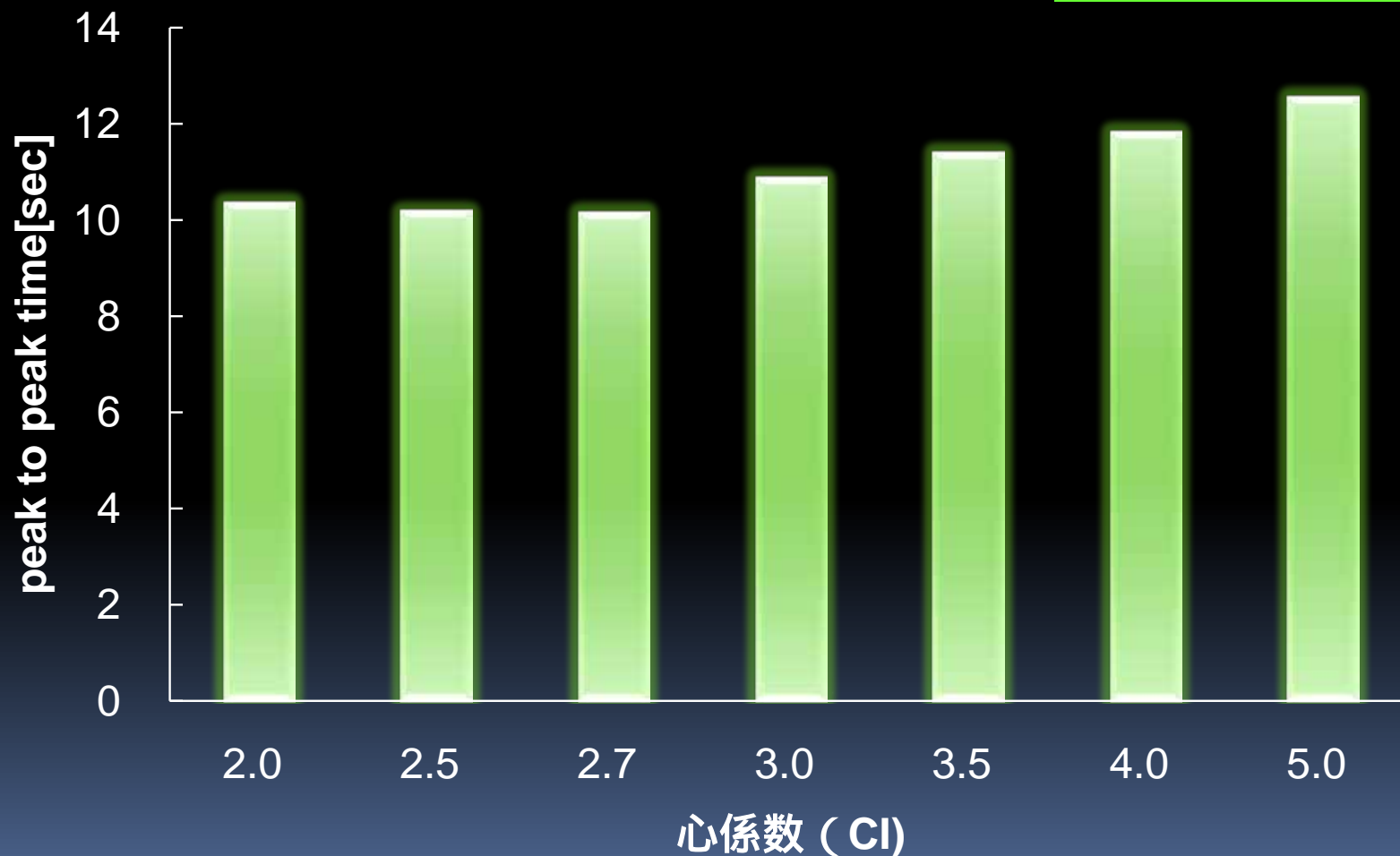


Fig.1 撮影開始時間の決定方法

心係数を変化させた場合 Test injectionと本スキャン のピーク間時間の関係

シミュレーションから
3ml/sの15mLと
3ml/sの60mLの
ピーク差を求める



結果 撮影開始時間における成功率

(2x2 Chi square test $P < 0.01$)

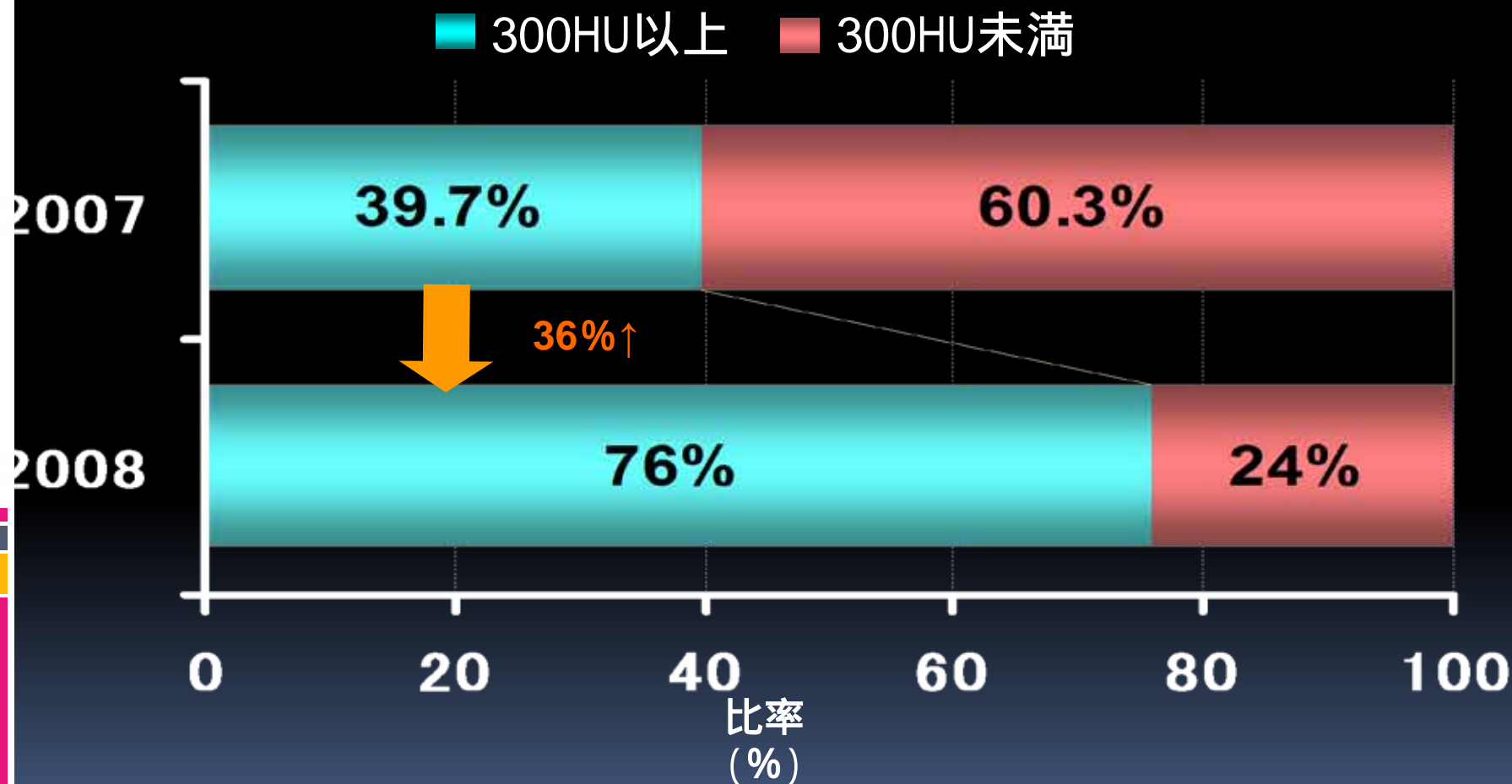


Fig.2 撮影開始時間における頭部CTAの成功率

注入法の検討

撮影開始時間を変更しても造影効果を得られない(24%)
場合、単位時間あたりのヨード量を増やす必要がある

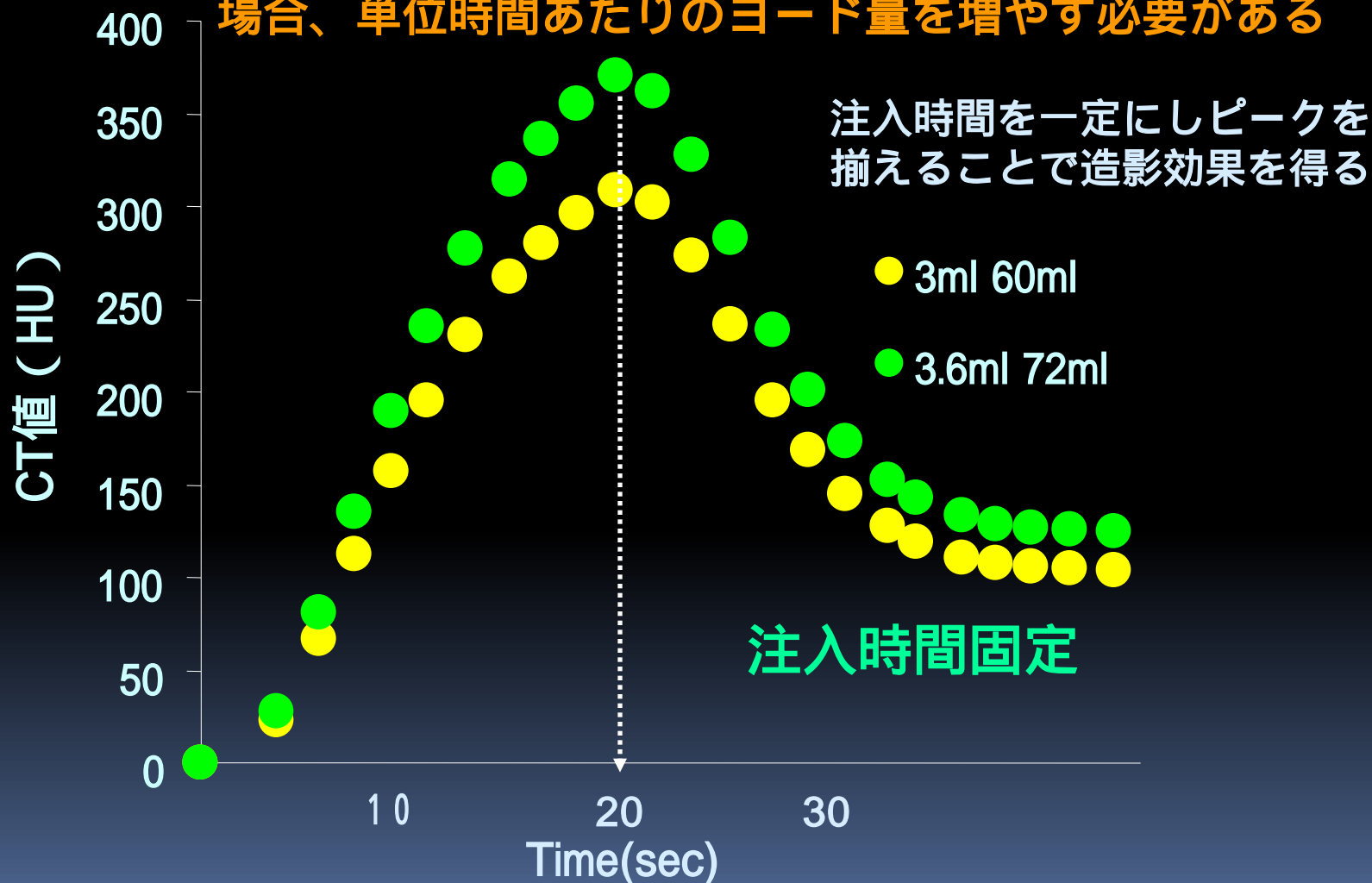


Fig.3 注入法の検討

判別分析を用いた注入法の検討(実際)

Test injectionにおける内頸動脈のピークCT値に着目

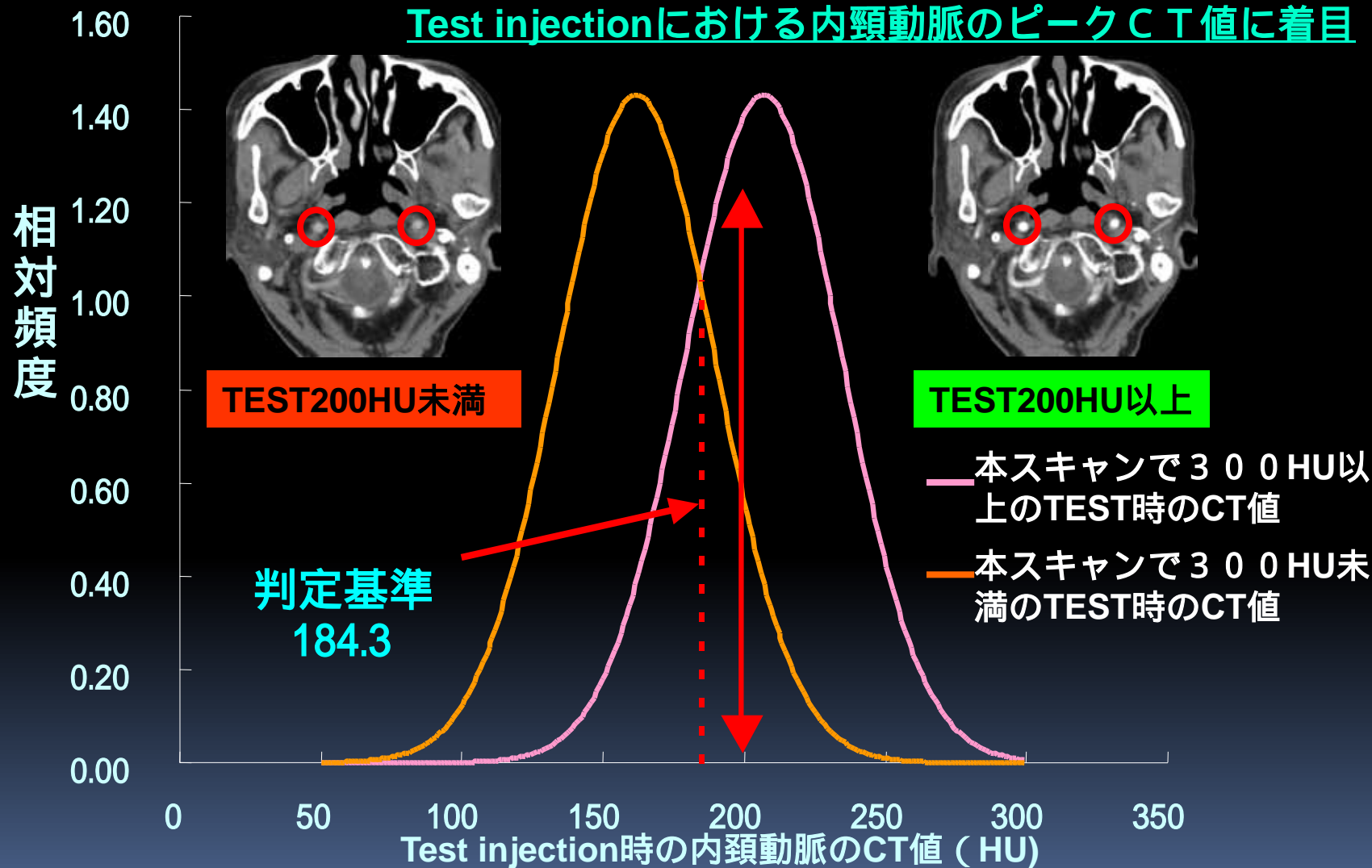


Fig.4 2標本の相対度数分布

注入条件の検討

時間当たりのヨード量 [gI/sec]

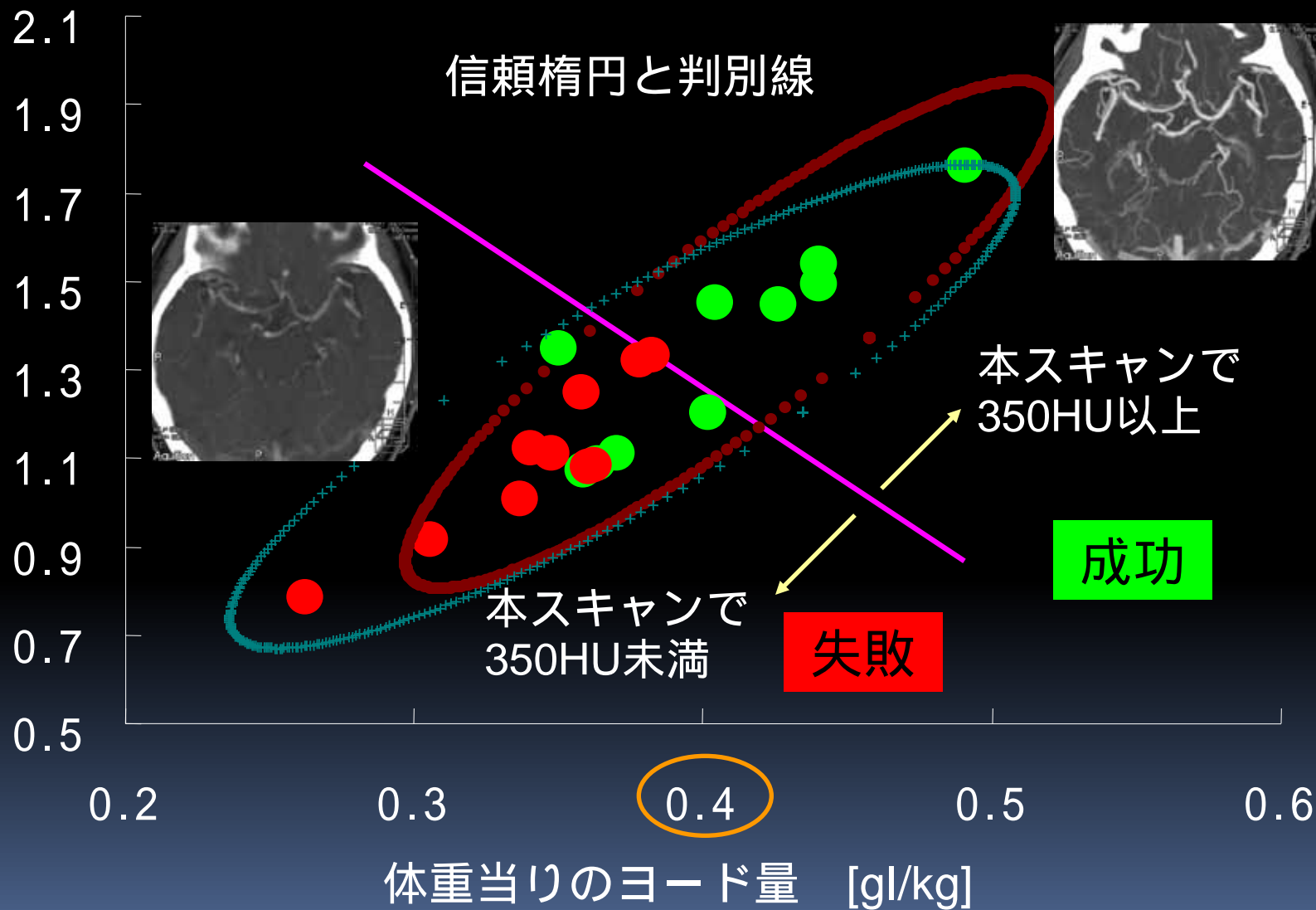


Fig.4 注入条件における判別分析

結果 注入条件変更における成功率

(2x2 Chi square test $P < 0.01$)

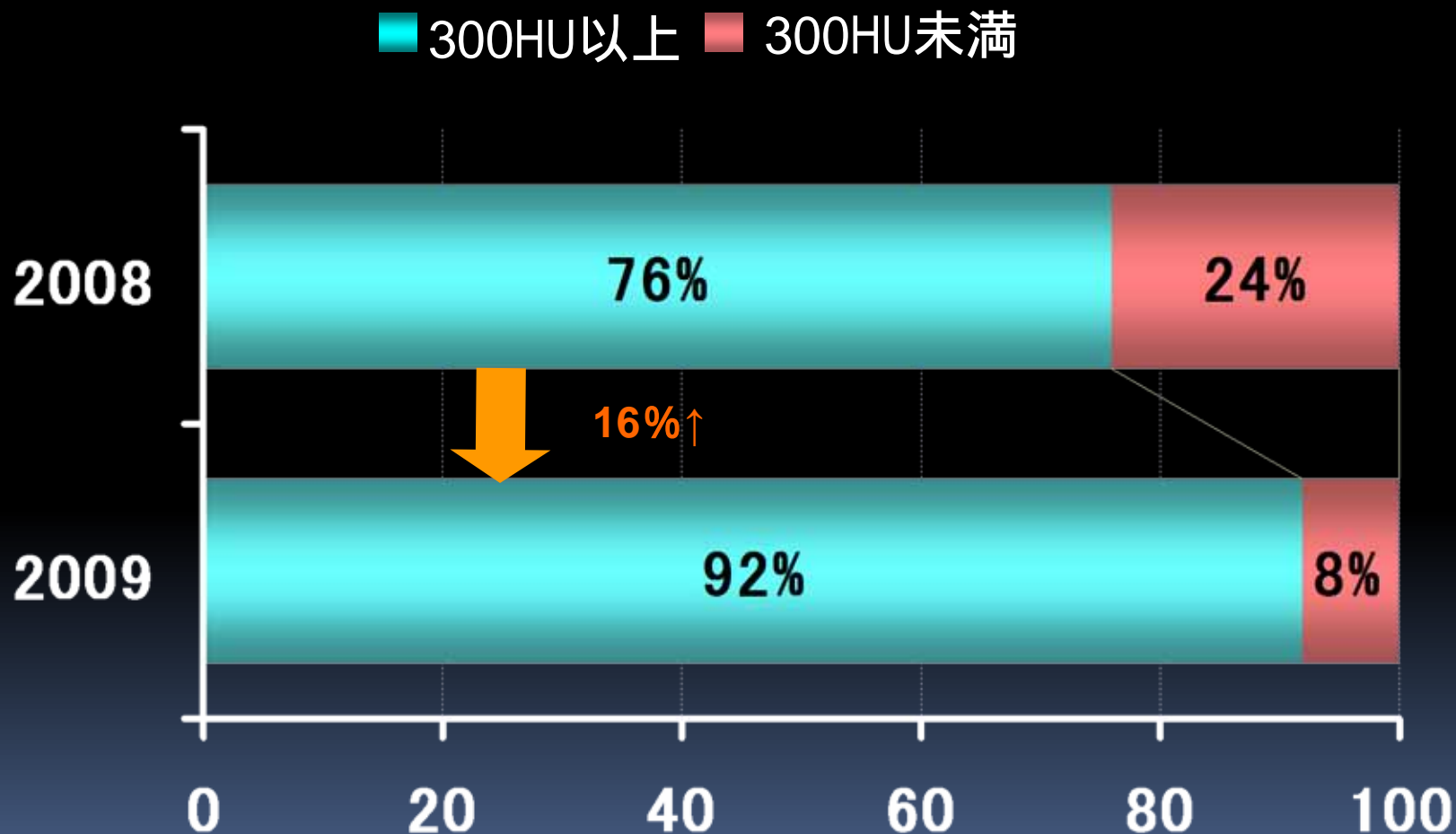


Fig.5 注入条件変更における成功率の違い

Iodine flux per BW による判別分析

体重当たりのヨード量を0.4 g I/kgにしたが、20s注入なので、時間当たりのヨード量が異なる。



血管系は単位時間当たりのヨード量に影響される。

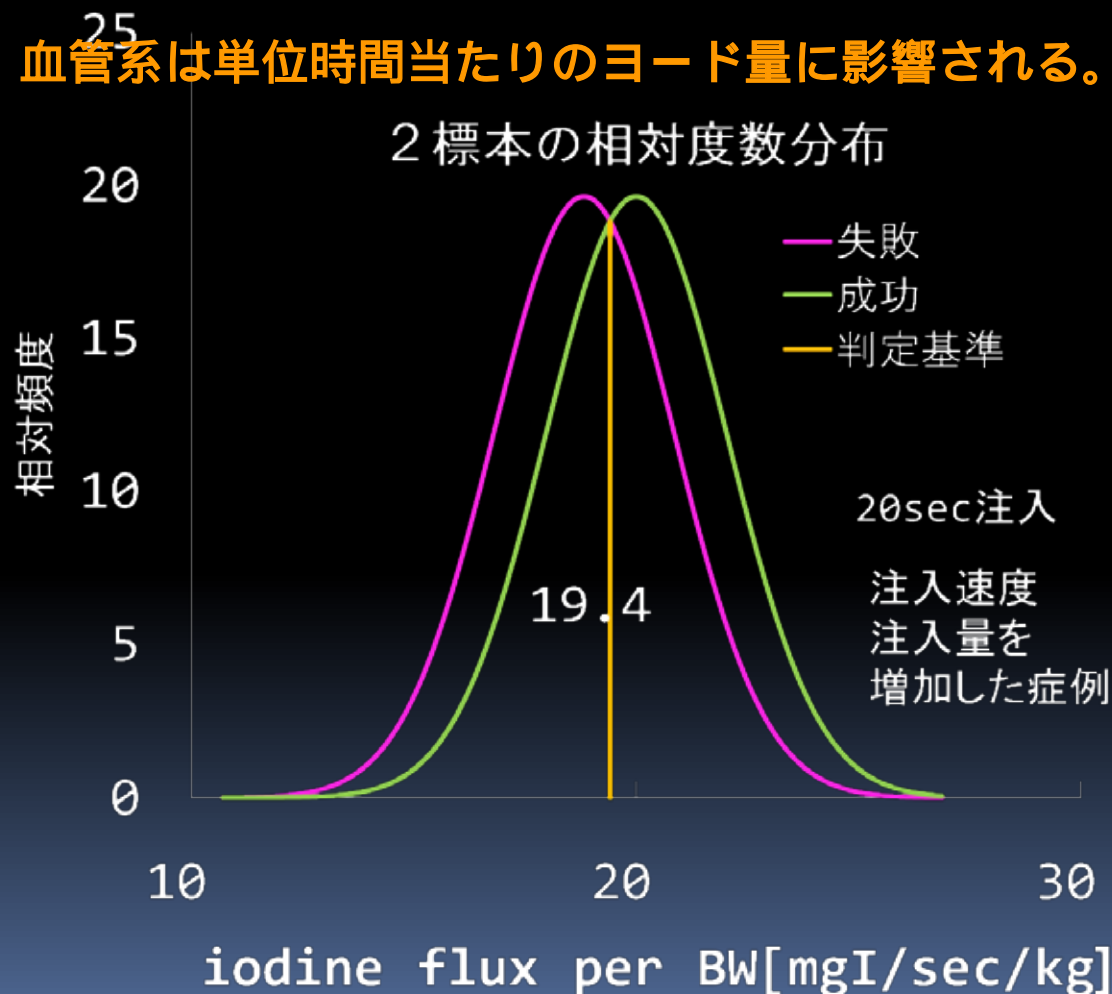


Fig.6 Iodine flux per BWにおける判別分析

造影剤注入の決定事項

撮影開始時間

Test injectionのピーク時間

+

10 sec - 撮影時間

注入条件

Test injectionで内頸動脈のCT値が**200HU未満**の場合
注入量を**体重当たり時間当たりのヨード量20mgI/sec/kg**にし、
20s注入になるように注入レートを変える。

平均CT値の変化 (MCA領域)

Result of Scheffe's F test
Significant difference **

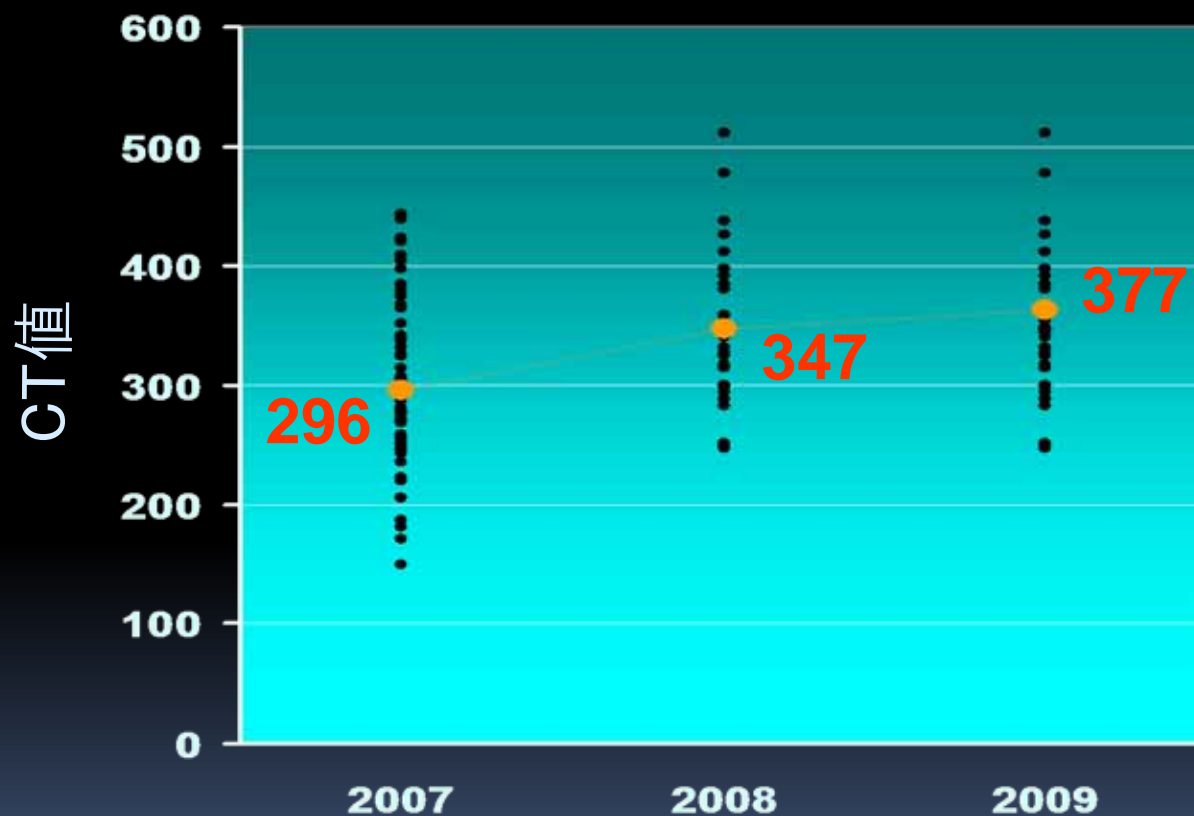


Fig.7 MCA領域における平均CT値の変化

成功率の推移

Result of 3 × 2 Chi square test
Significant difference**

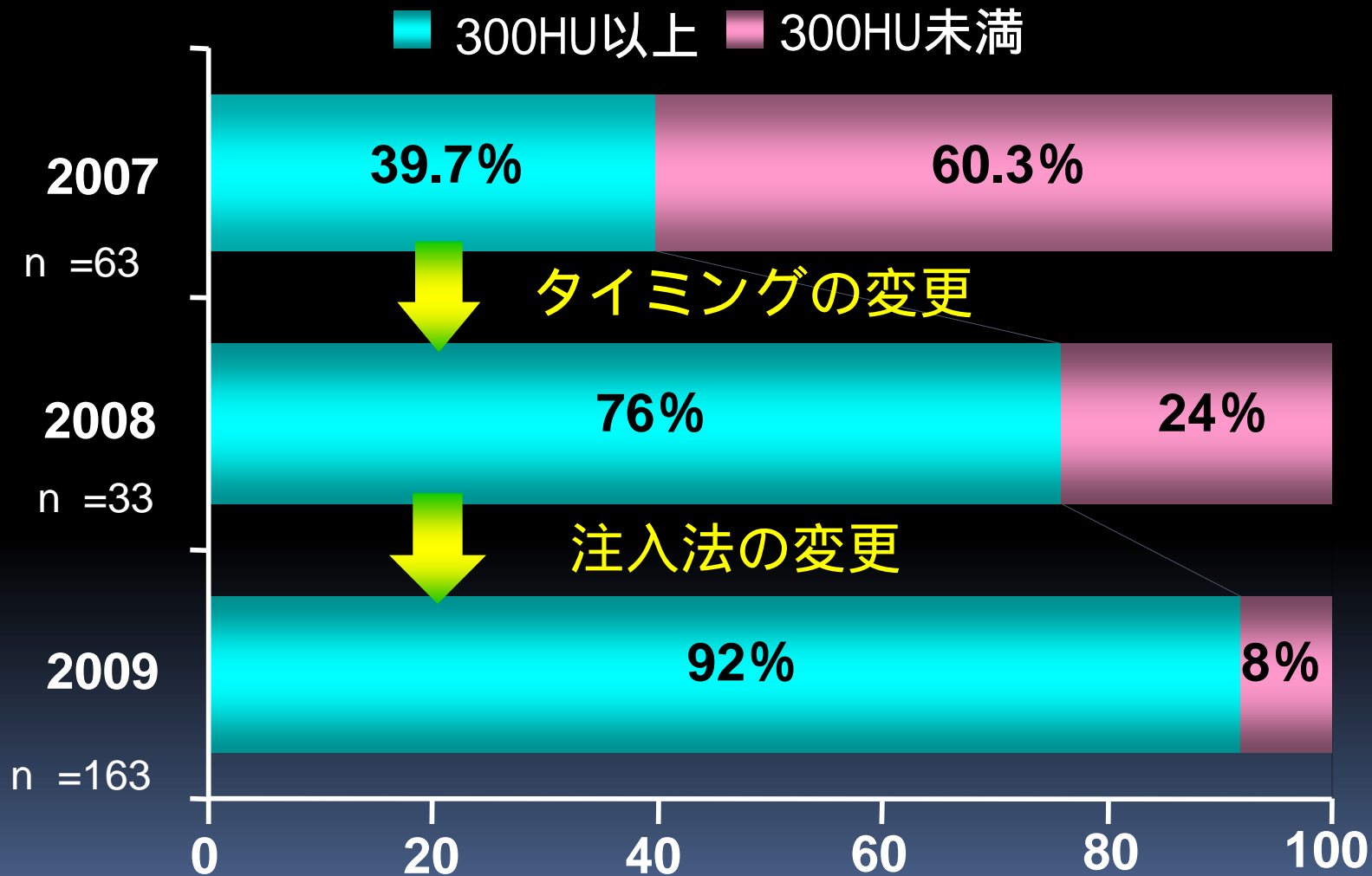


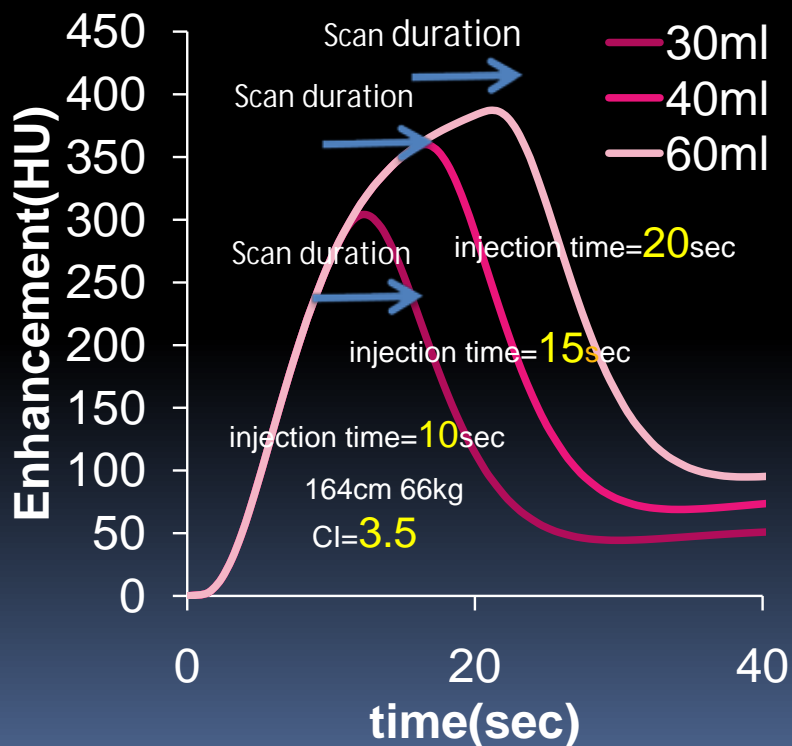
Fig.8 成功率の推移

考察と今後の課題

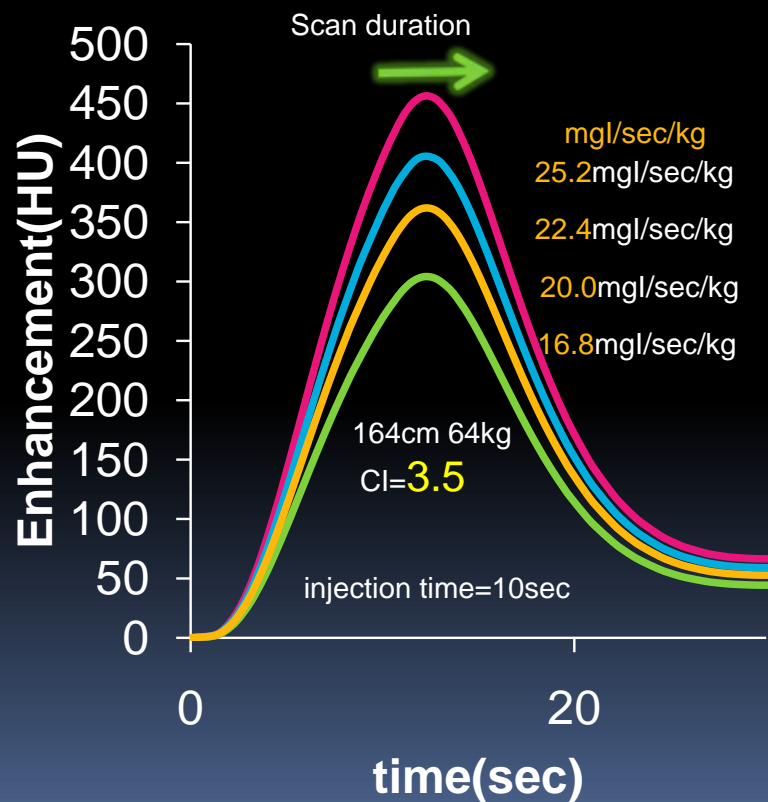
- ✓ 20秒注入法では、腎機能低下、心機能が高い、さらに高体重の患者の使用に限界があるため、
今後は、10、15秒注入で使用範囲を広げ造影剤量の減量化をしたい。
- § 8%程度の症例が失敗と判定され理由は判別分析に用いたデータよりも極端に心機能が高い症例であった可能性がある。
今後は成功率を高めるために心機能を考慮した注入法の検討を行う必要がある。

Simulationから考察する造影剤注入法

注入時間と撮影時間の関係



10sec注入でのmgl/sec/kgの違い



最後に

今回は薬物動態解析による造影シミュレーションの考え方、ソフトの使い方、実際に取り組んでいることなど簡単ですが紹介させていただきました。

皆さんの業務のスキルアップに役立てていただければ幸いです。

ご静聴ありがとうございました



