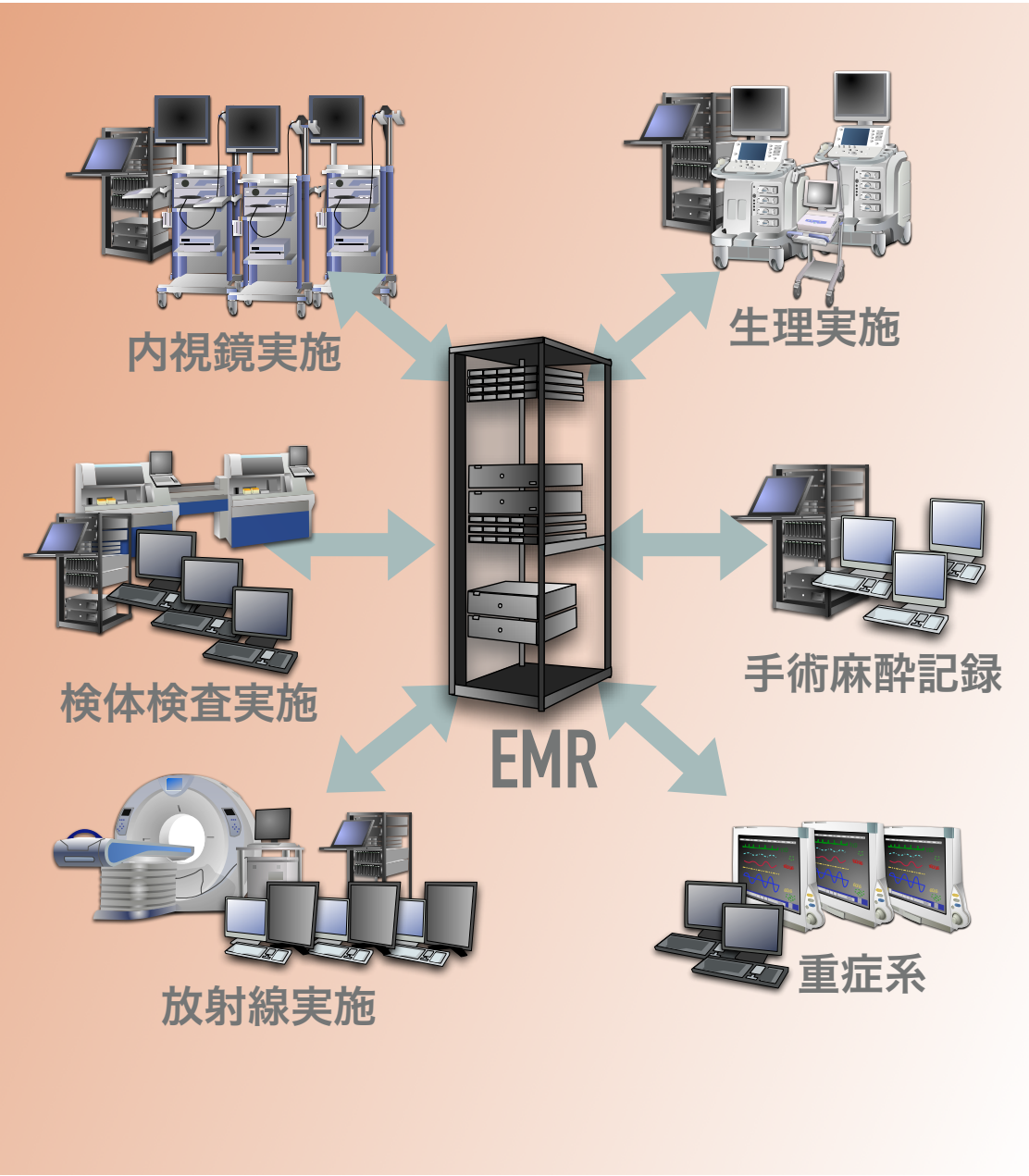
SOAの視点からのIoT活用

都立広尾病院　経営企画室　山本康仁

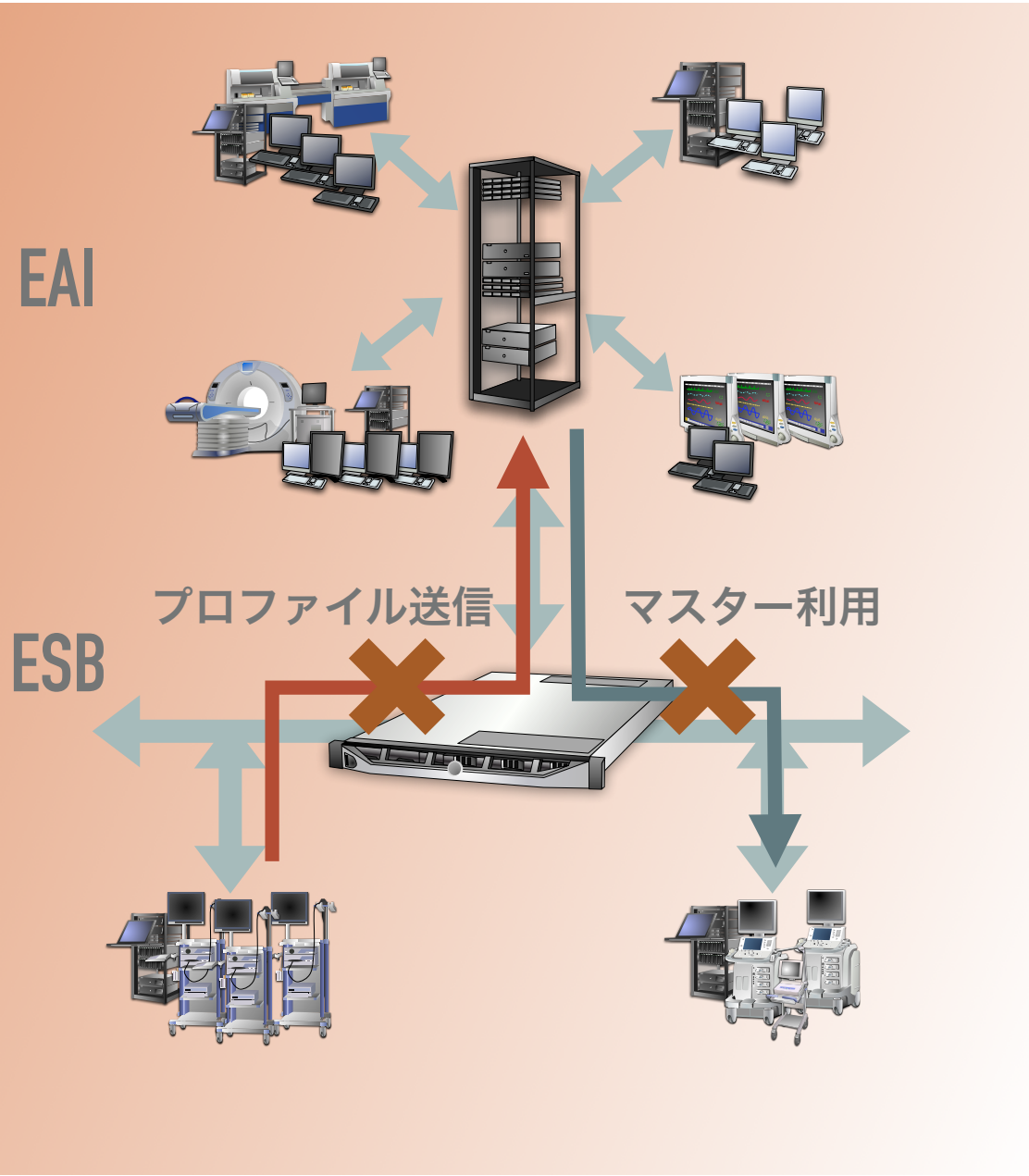


Enterprise Application Integration

- EAIはハブ＆スポーク型
- ベンダー独自のフォーマットで相互接続（デファクト化）
- ベンダーロックインという弊害
- <u>更新時期のズレで機能向上を断念</u>
- <u>接続変更に大きな費用</u>

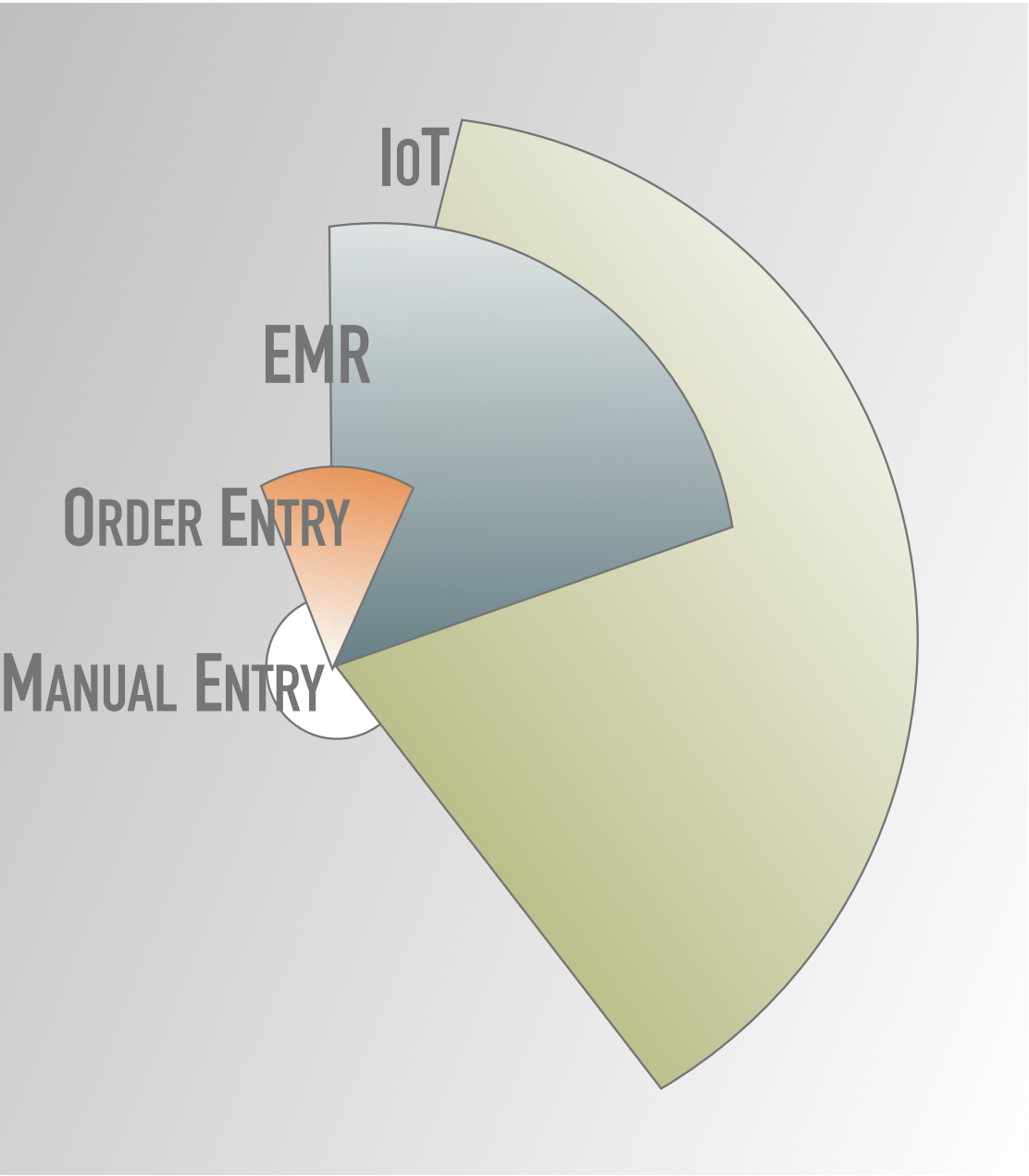
Enterprise Service Bus

- バス型のアーキテクチャ
- ルーティングやデータ変換をESBが調整
- <u>更新時期の自由度が高い</u>
- 変更に強い
- 情報の一元管理が可能
- 共通マスタの活用
- 患者プロファイルの共有など医療安全の向上



EAI+ESB ≠ SOA

- プロファイルへの書き込みは制限（運用の問題もあり）
- EAIとして設計、運用しているマスターは標準化されていない。
- 通信規約が標準化されていないため、ESBが二重投資になる
- 既存電子カルテパッケージがSOAを前提としていない
- 結果的にサブシステムのサイロ化を回避できない



医療情報の量と質

- モニターやIoTデバイスによるデータ量は増加の一途をたどり、より詳細な情報が評価できるようになった
- デジタル的な可読性は向上したが、精度という意味では必ずしも改善しているとは言えない
- IoTデバイスはGateway方式で認証、紐付け、ノイズリダクションを実行しているが、ベストプラクティスであるのか？

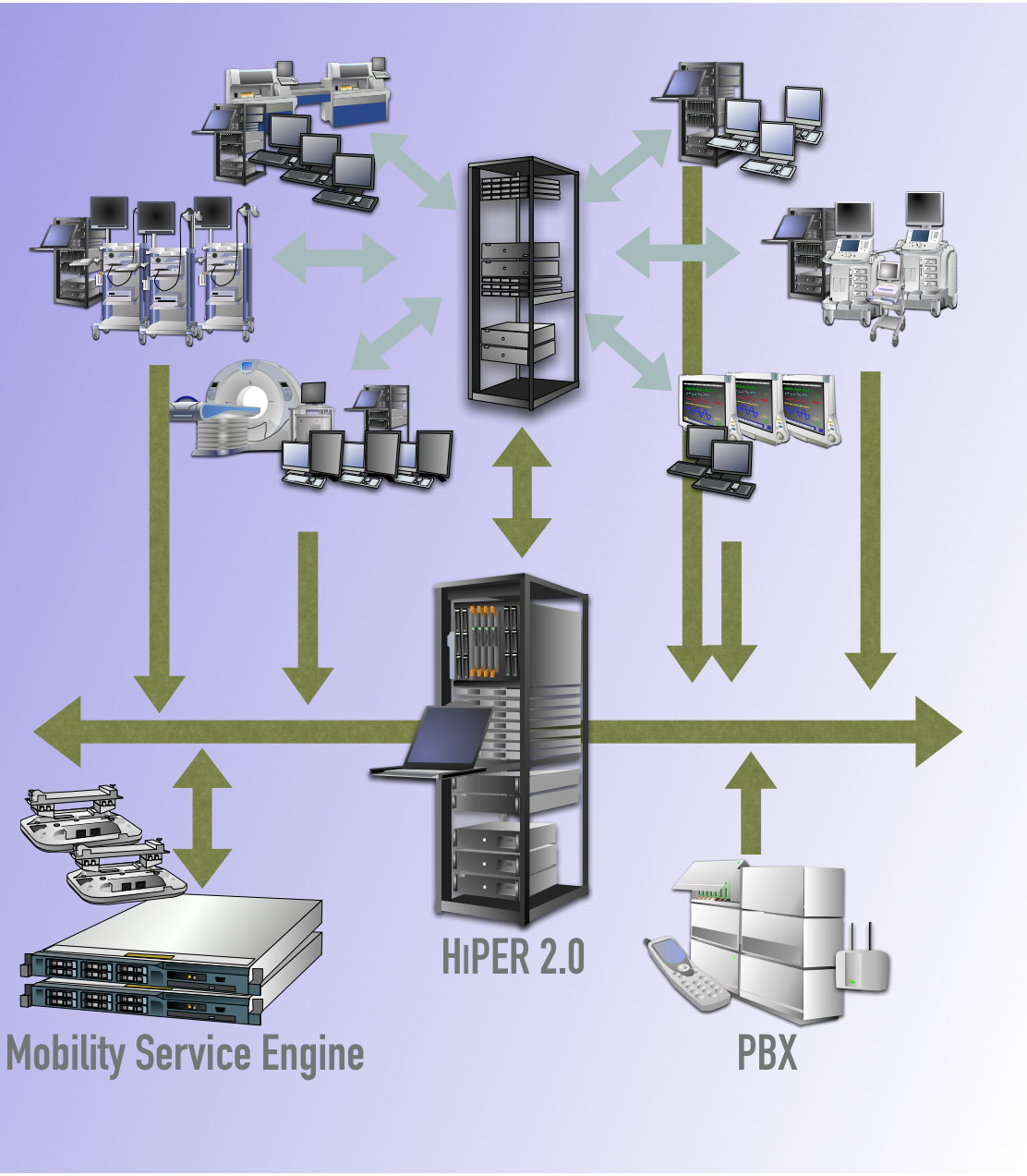
都立広尾病院

東京都、西南部に位置

４７６床の急性期病院

災害医療センター

東京ER広尾



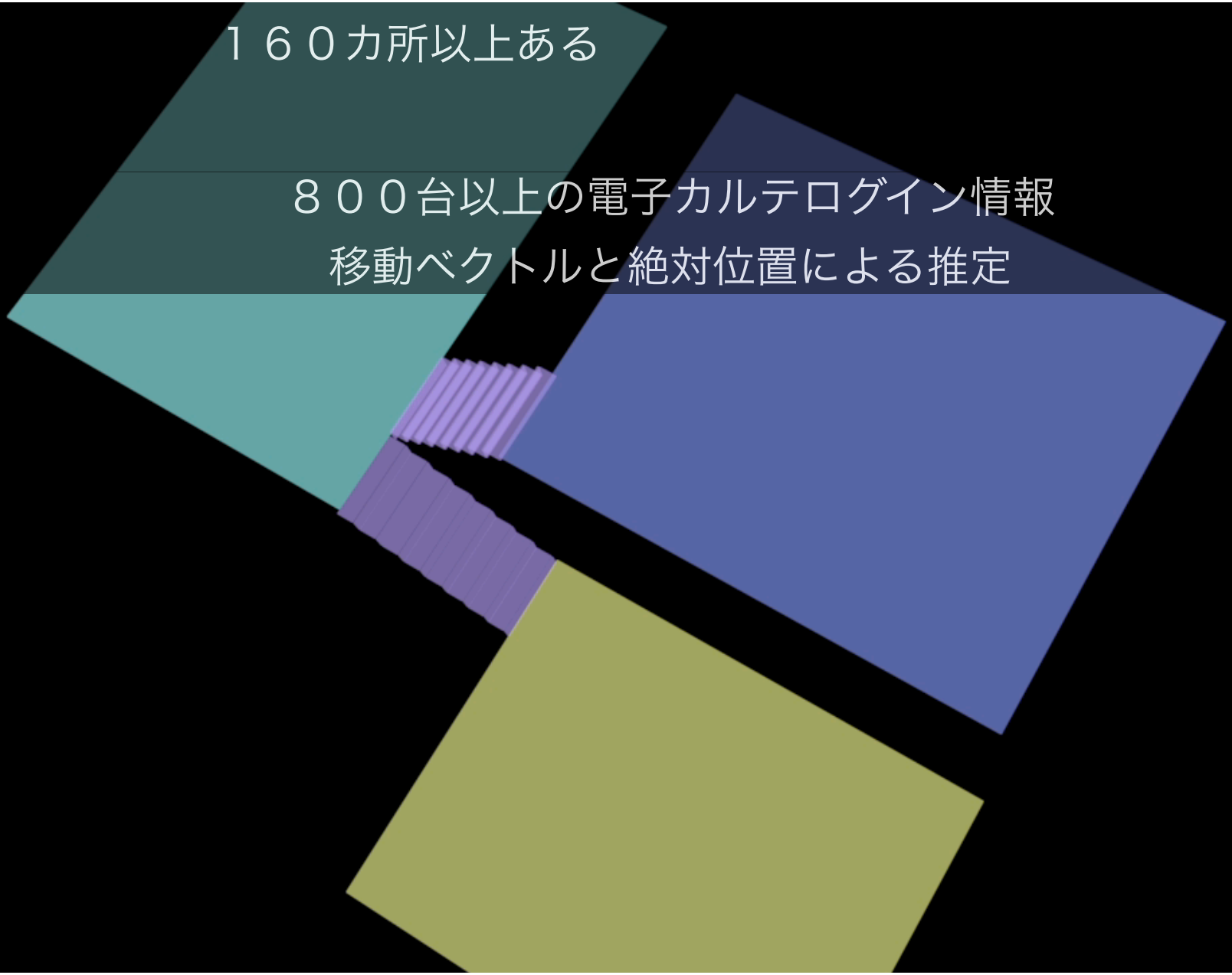
HiPER 2.0 ≒ Stream computing

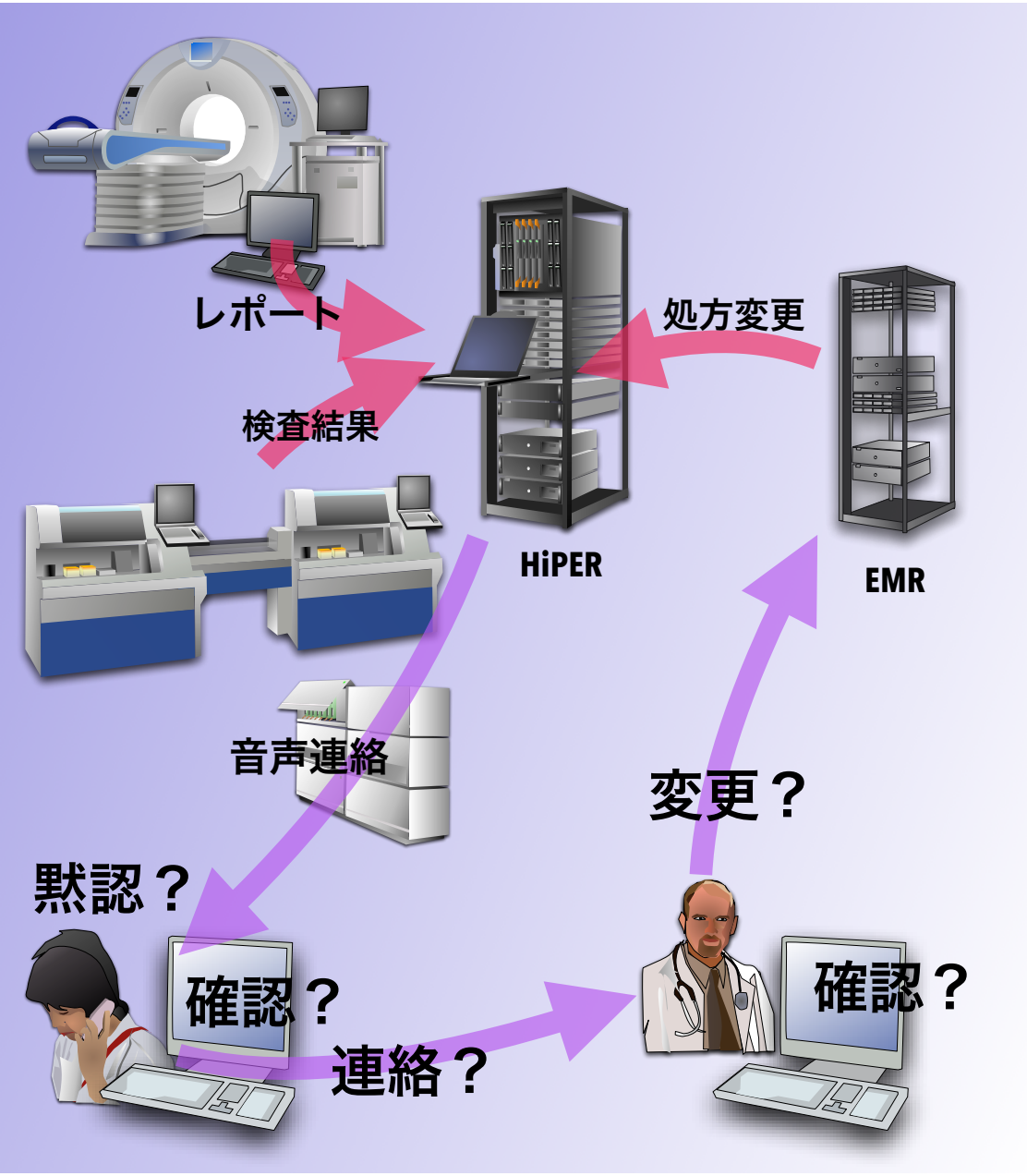
- CDSSとして開発(2005~)
- 院内PHSを活用し、位置情報を利用、音声合成で伝達（2007~)
- 病院内を横断的に情報収集、解析する装置としてESB的な構成
- 重症系モニターのリアルタイム情報（２013~)、Wifi位置情報(2015)も収集し、SC的処理系へ展開

１６０カ所以上ある

８００台以上の電子カルテログイン情報

移動ベクトルと絶対位置による推定



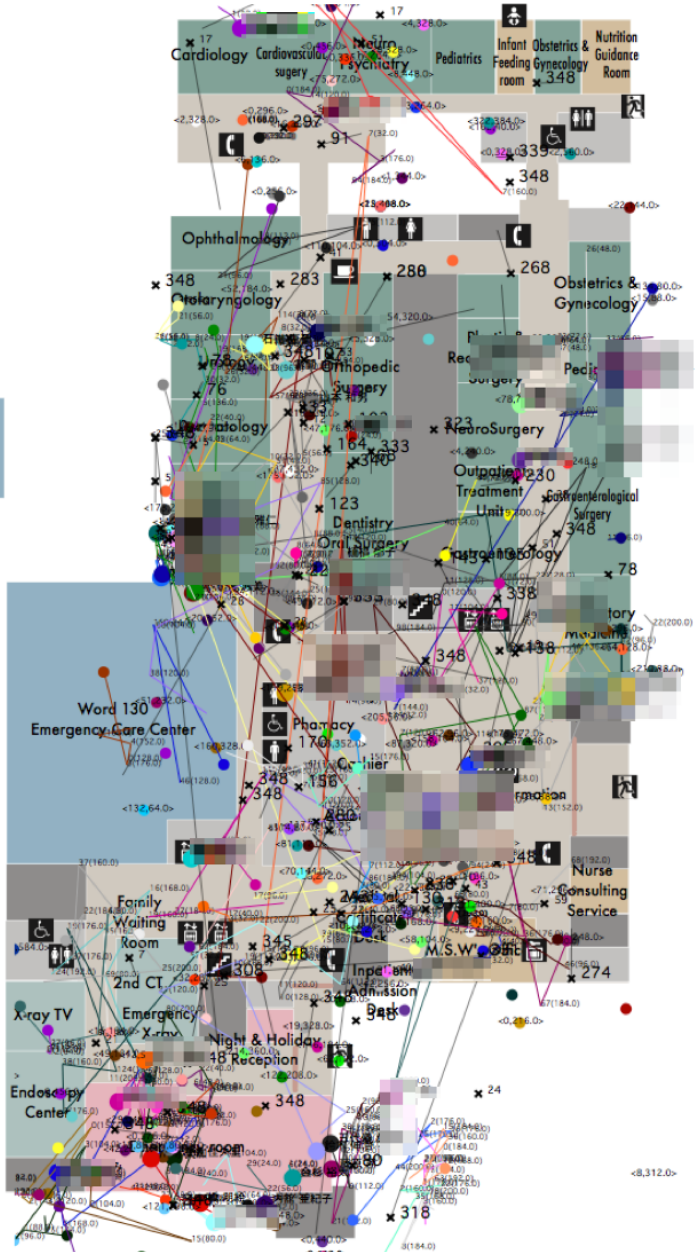


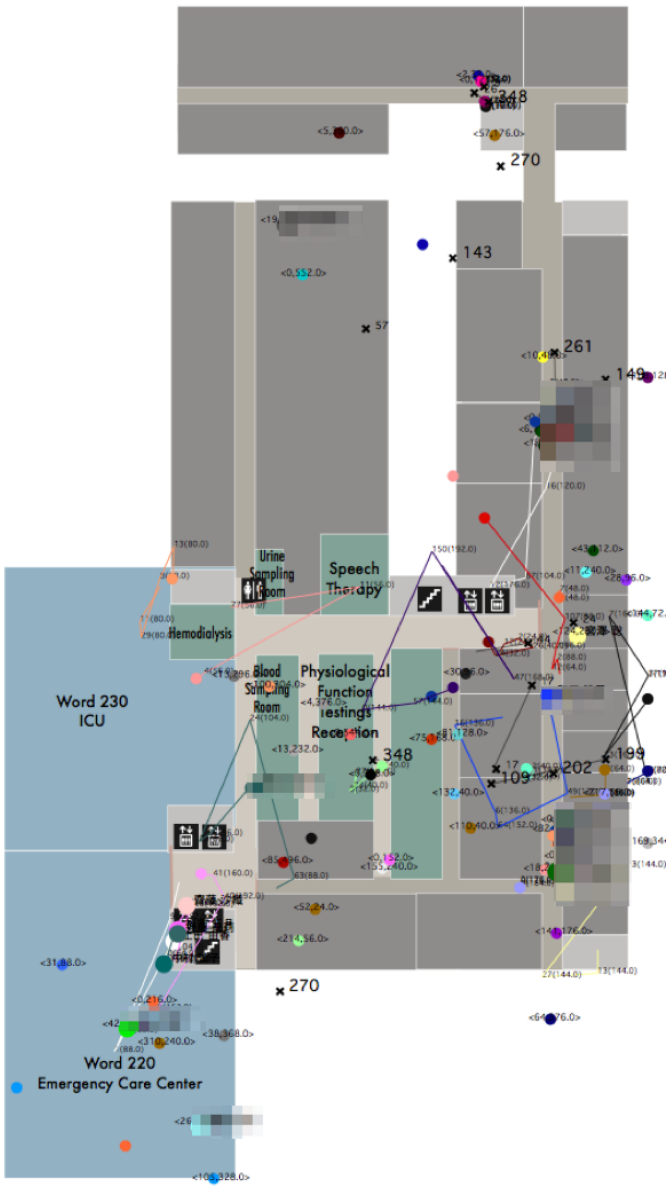
何故位置を補足するのか

- 電子カルテの参照と関係なく、イベントは発生する。
- 電話を使って業務に割り込みをする場合、相手の繁忙度を把握
- 電話交換を行い、医療者同士のコミュニケーションを制御するには、適切な相手を選択する必要がある。
- 警告を「無視」したことを多角的に評価しなければならない

Mobility Service Engine

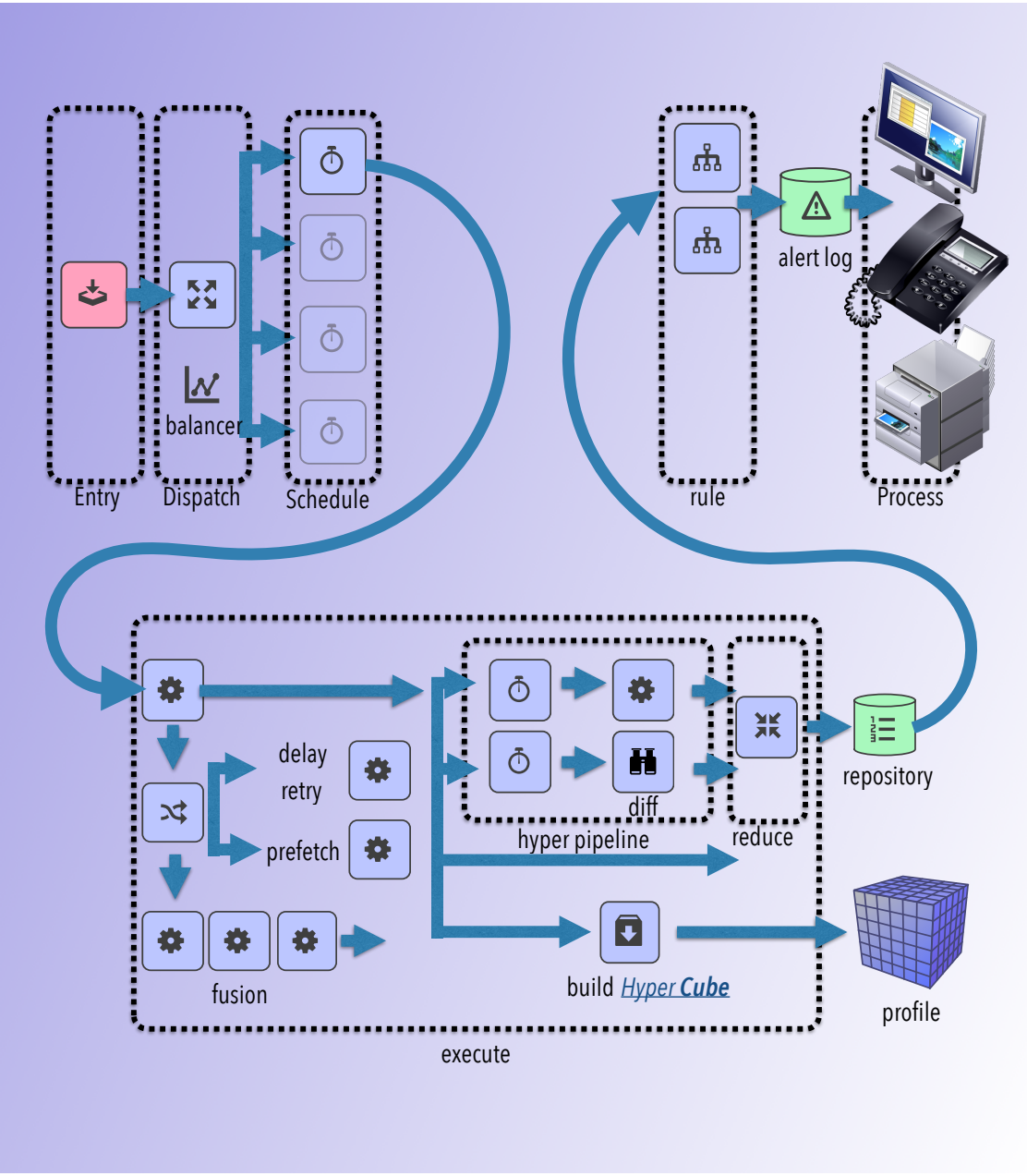
- 複数の無線機器の位置を5秒おきに算出
- 50機のAPすべて2.4GHｚおよび５GHzの全チャンネルスキャン可能なセキュリティモジュールを追加
- 20secごとに800〜2000台のモバイルデバイス情報を取得
- HiPERにて450万台分の過去履歴と照合、精度および移動状況、出現頻度などから職員と患者を識別する。





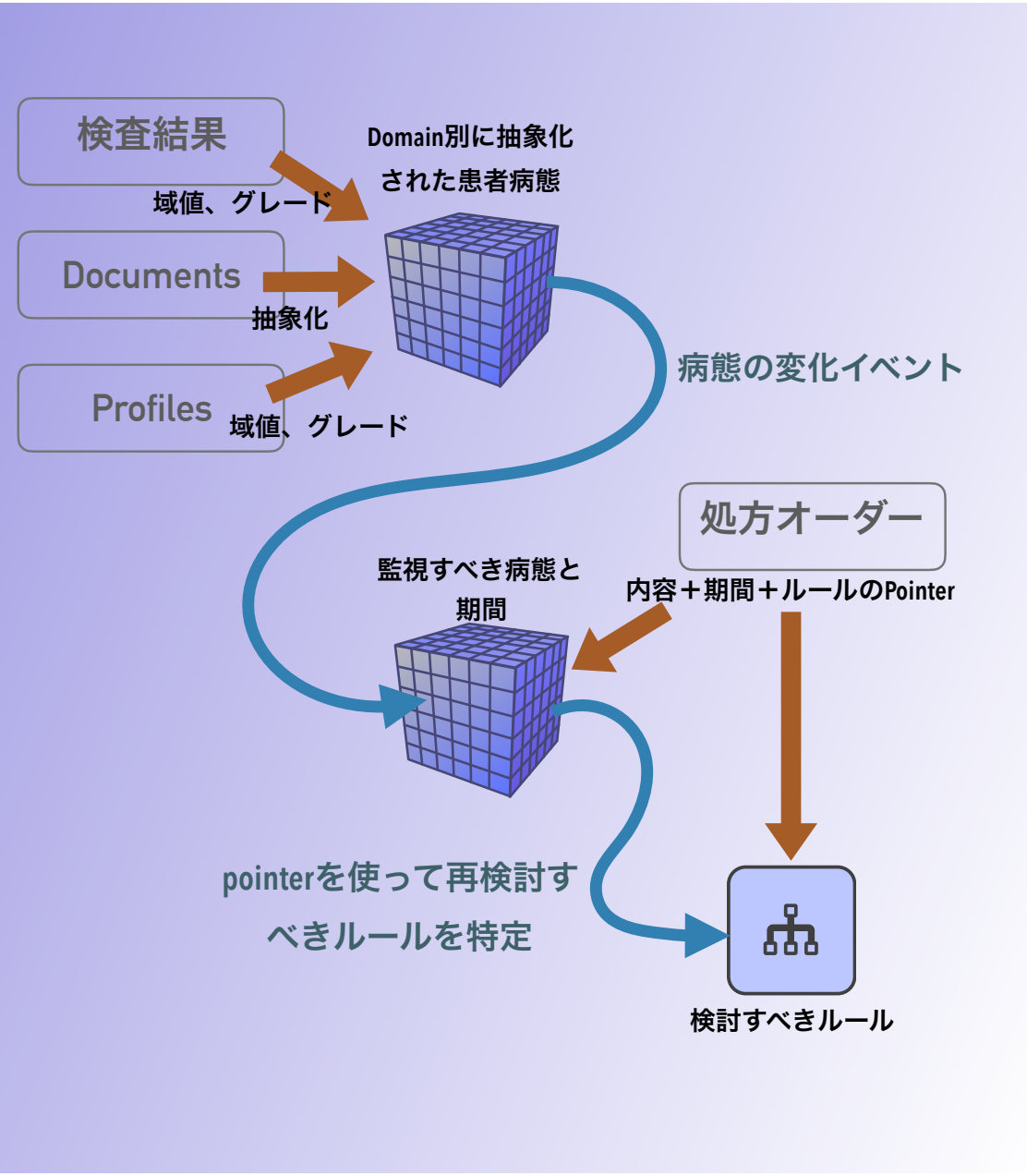
Wifi位置情報の限界

- PHSと比較し、位置情報精度がエリア単位から半径５m程度へ向上
- 測位間隔も数分から20秒へ短縮
- しかし、ジッターや床抜けなどの誤差が大きく利用できない
- Gateway方式での処理の限界



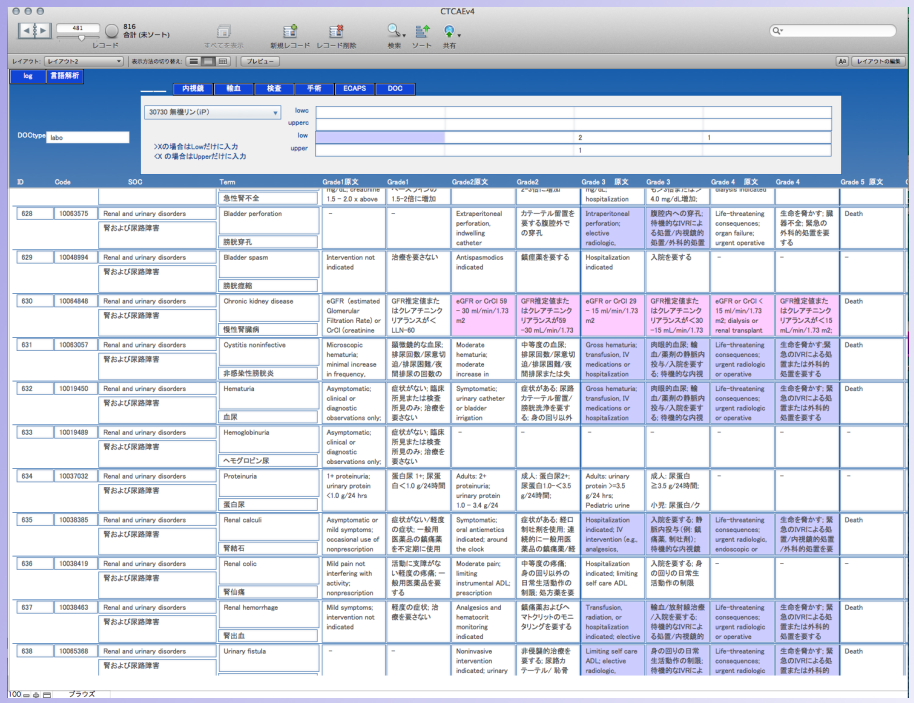
Stream computing

- リアルタイムに発生するイベントを処理、分析する
- 業務の中断や入れ替えに対応した<u>Out-of-orderロジック</u>の実装
- 連続する処理の合成による最適化（マイクロディレイによる結合）
- 低レイテンシ実現のためのパイプライン処理、投機的実行と結果の確定ステージの実装
- <u>イベント抽象化とHyperCube</u>



Event Abstraction and HyperCube

- KeyValue方式で大量のテーブルをソート状態を保持して保存するHyperCubeは参照が高速
- データソースは増加する一方であり、将来を考慮してイベントを抽象化
- たとえば処方監査に応用し、投与開始後の病態変化に最小のCPUパワーで対応可能



xml (生理検査レポート）

数値情報（プロファイル）

数値範囲（検体検査）

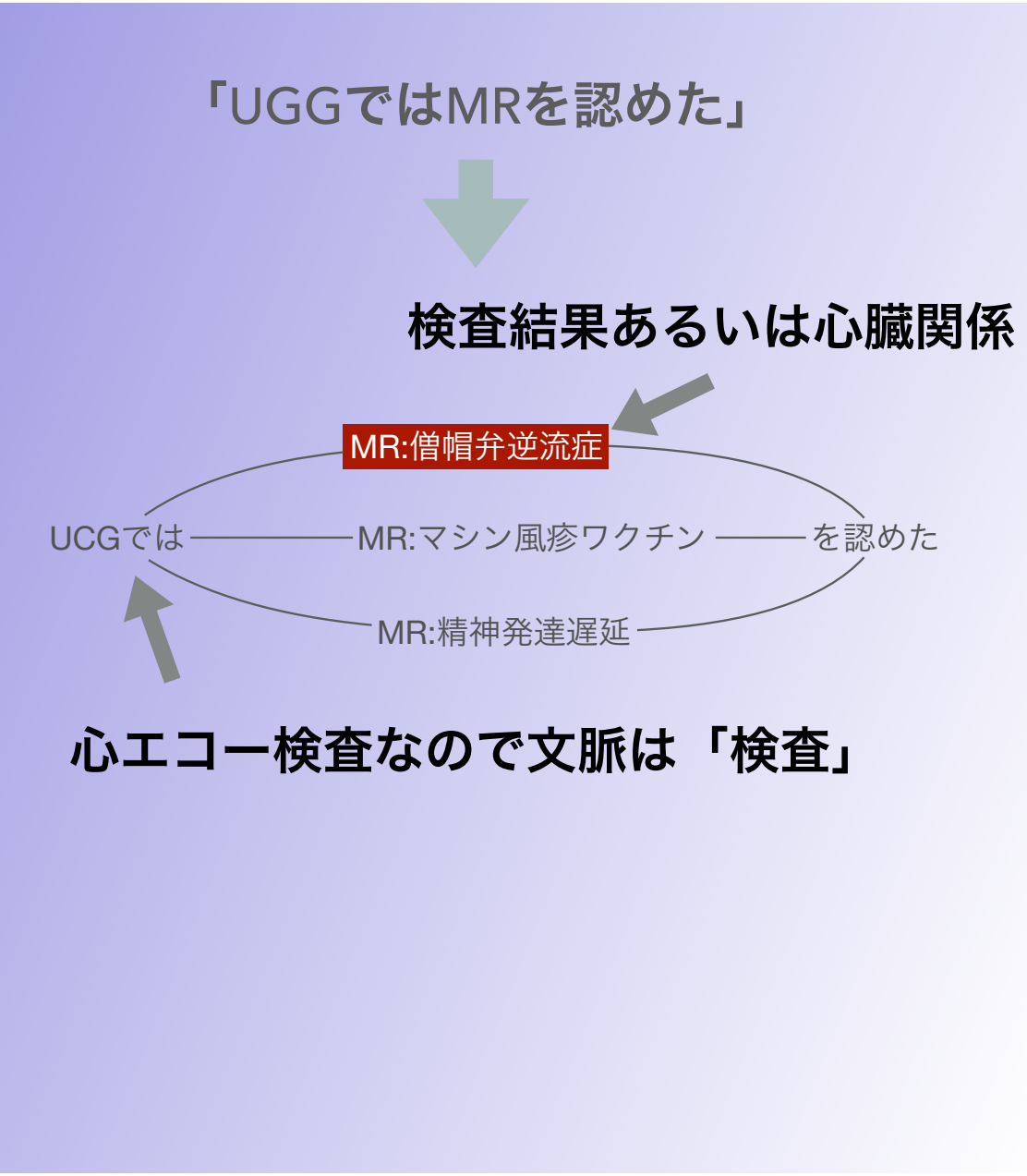
正規化情報（オーダー）

テキスト（記載）

病態コード

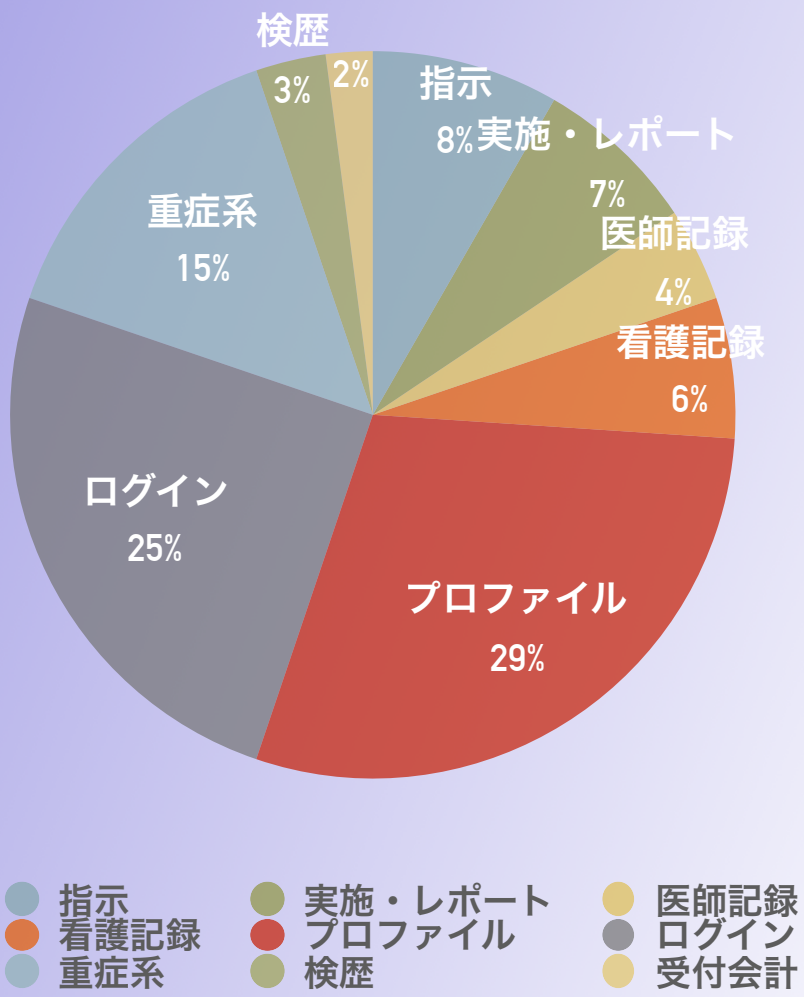
Event Abstraction

- 記載を含め情報変化イベントを病態と強度にマッピングし抽象化
- 有害事象共通用語基準ｖ４を流用
- テキストの検索を行う前に、文脈を考慮した略語変換で前処理
- 否定文、仮定文などを除外する自然文処理



Event Abstraction

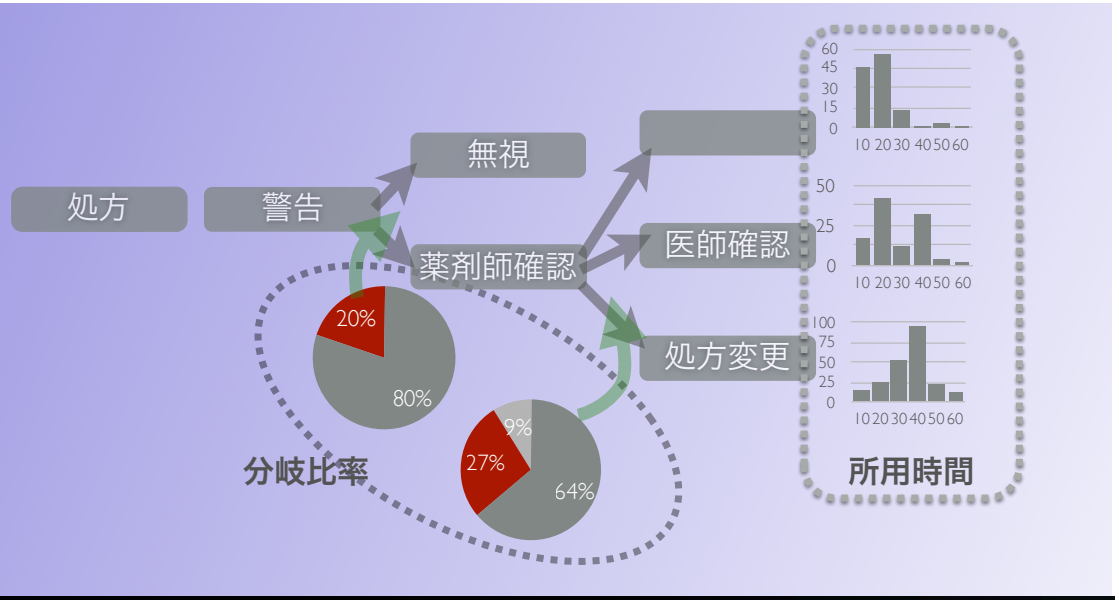
- 略語に逆に注目
- 要素解析はTMN分類に対応した独自のルールで切り分けている
- 略語は重要で頻度が高く、繰り返し使われるものが略語となっている
- 同じ略語で複数の意味が割り当てられる問題がある。診療科や文脈から推定するアルゴリズと専用辞書を作成して対応



Transactions

- 約10万トランザクション/日
- PHSは800台/3分
- 1トランザクションは140フィールドの固定長＋XMLあるいは26×300列の可変長データ

項目code	I1050950	Y1010003	IHCR9999	I1065000	Y1030002
連続項目					
項目属性	HD1	HY1	HCR	HD1	HY1
項目名称	パリエット錠	分1　朝食後	2012/07/05(木)	マーロックス懸濁用配合顆粒	分3　朝昼夕　食後
数量１符号	+	+		+	+
整数部	1	28		3	28
小数点	.	.		.	.
少数部	0	0		0	0
数量２					
整数部					
小数点					
少数部					
極量フラグ	0	0		0	0
単位選択	1	1		2	1
単位コード１	T	ヒ		ホウ	ヒ
単位名称１	錠	日分		包	日分
単位コード２					
単位名称２					
換算量					
監査量整数					
小数点					
少数部					
日付			20120705000000		
固定情報					
可変情報	<KMKDATA>,,,HD1,薬品,I1050950,パリエット錠(10mg),3,,000000000,T,錠,錠,MG,m g ,m g ,000010000,0,2329,01,1020,0,0,0,0,0,0,1,,,,1,,,,20050108,99999999,,,,,パリエ,,,,,,,,,,0,,,,,,000000000,,,00000000,,0,,,,,0,</	<KMKDATA>28,,,HY1,用法,Y1010003,分1　朝食後,,"""""""""""""""",t,日分,日分,,,,083099999,,0000,01,999999,,,,,1,0,0,0,1,,1,,,2005	<KMKDATA>,,,HCR,服用開始日,IHCR9999,2012/07/05(木),,"""""""""""""""",,,,,,,,,,



Path Explorer

- 患者、医療者、医療行為の視点での情報追跡
- 長期間の集積、運用異常の発見
- nullの可視化（時間を区切り、「無かったこと」を数値化する
- ビジネスロジックの解析が出来るように、SOA視点でのトラフィックだけでなく、関係した医療者の推定や位置情報を合わせ、「現場で起こる不整合」を描出

Scene 3

Path Explorer and iPad combination

12 34 52 74 39 81 04 00 12 39 79 35 75 12 83 45 56 72 01 29

情報の補完と再構築

- 複数情報の関係性を可視化、分布の異常などから特殊運用を検出
- データクレンジングアルゴリズムの実装
- 外来化療の予約漏れ、中止された応援手術の除外、内視鏡検査の受付漏れなど

手術実施状況 Ver1.1

7月　診療科別利用時間　速報

外科　心外　整形　脳外　形成　皮膚　産科　眼科　耳鼻　泌尿　救命　神経

7/19の暫定数	
手術件数	
暫定数には本来手術にカウントしないmECTや術前手技を含む	
手術室稼働率	
時間外利用	

7月　曜日別利用率　速報

時間外　月曜　火曜　水曜　木曜　金曜

曜日別の手術利用率の速報。月初から送付前日までの速報値。時間外は休日、土曜日および、日勤の当直を含むものである。平日の総利用時間は8×7室（56時間）として計算。

時間内手術室利用率　日変動速報

抗生剤使用率

全体　PIPC　ABPC　CMZ　CEZ　SBT/ABPC　CTM　CLDM　FMOX　MEPM　CAZ　ABPC

手術総数

24時間以内　再手術件数

手術総数には、硬膜外電極挿入術や抜歯、mECTなどは含まない。件数/平日（稼働日）で計算。　24時間再手術件数には、フィルター留置術や内視鏡のセカンドルックなど、想定される手術は含まない。

一般外来総数

2014　2015　2016

予約外率

新患数

各科別新患数（推計値）救急を除く　※1

7月外来数推移

7月暫定平均	
一般外来延べ	
総外来延べ	
新入院	

総数	2016	2015	2014
1月			
2月			
3月			
4月			
5月			
6月			
7月			
8月			
9月			
10月			
11月			
12月			

新患数	2016	2015	2014
1月			
2月			
3月			
4月			
5月			
6月			
7月			
8月			
9月			
10月			
11月			
12月			

	一般	予約外	新患	総計
21日				
20日				
19日				
18日				
17日				
16日				
15日				
14日				
13日				
12日				
11日				
10日				

一般：一般外来

予約外：一般外来のうち予約外（再

新患：一般外来のうち新患（再掲）

診療科別入院数（0時時点）

救　消　神経　呼　小　心　脳　皮　産　耳鼻

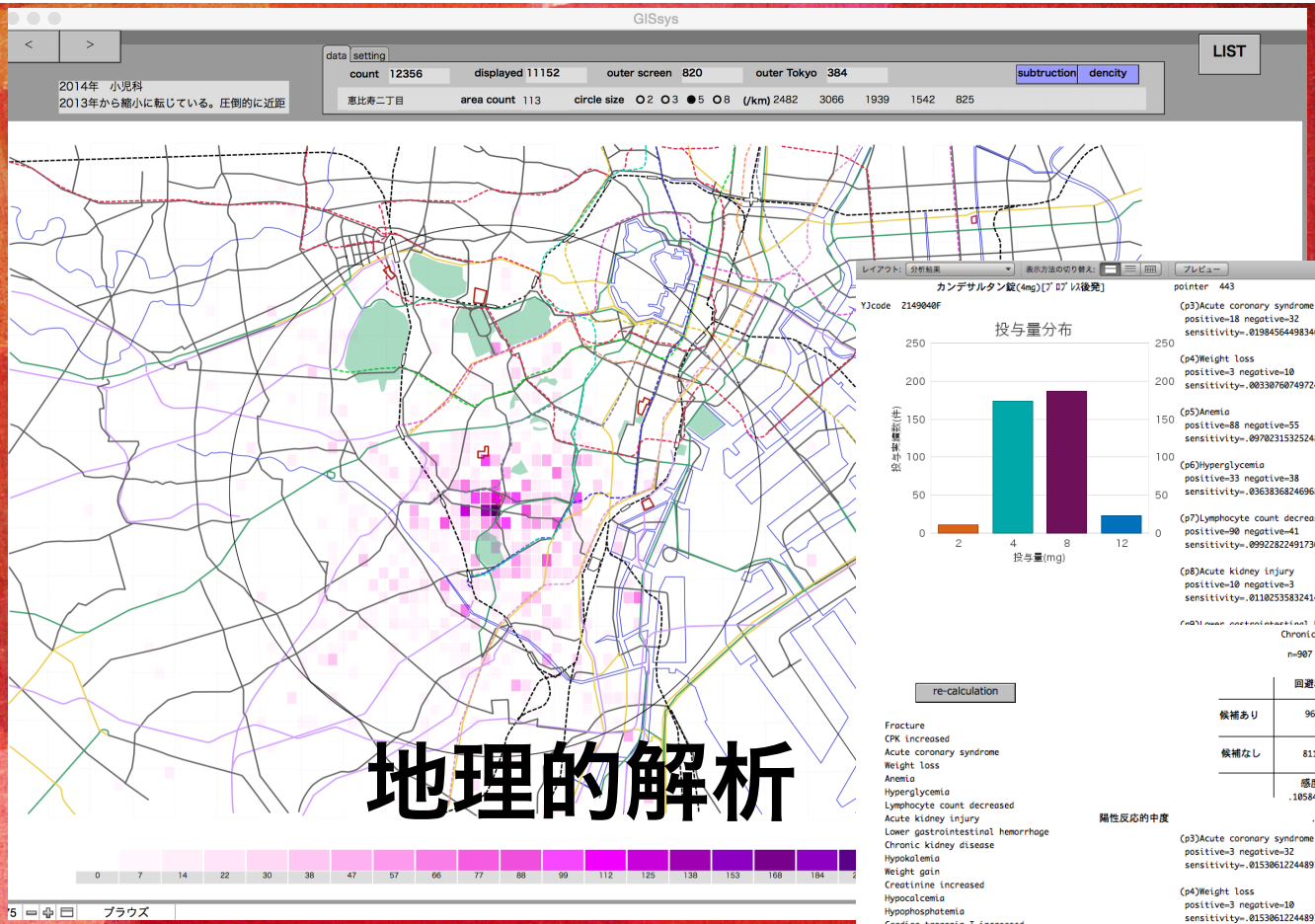
50人を超える場合は、表示されません。

医療看護必要度基準超割合（一般病棟集計）

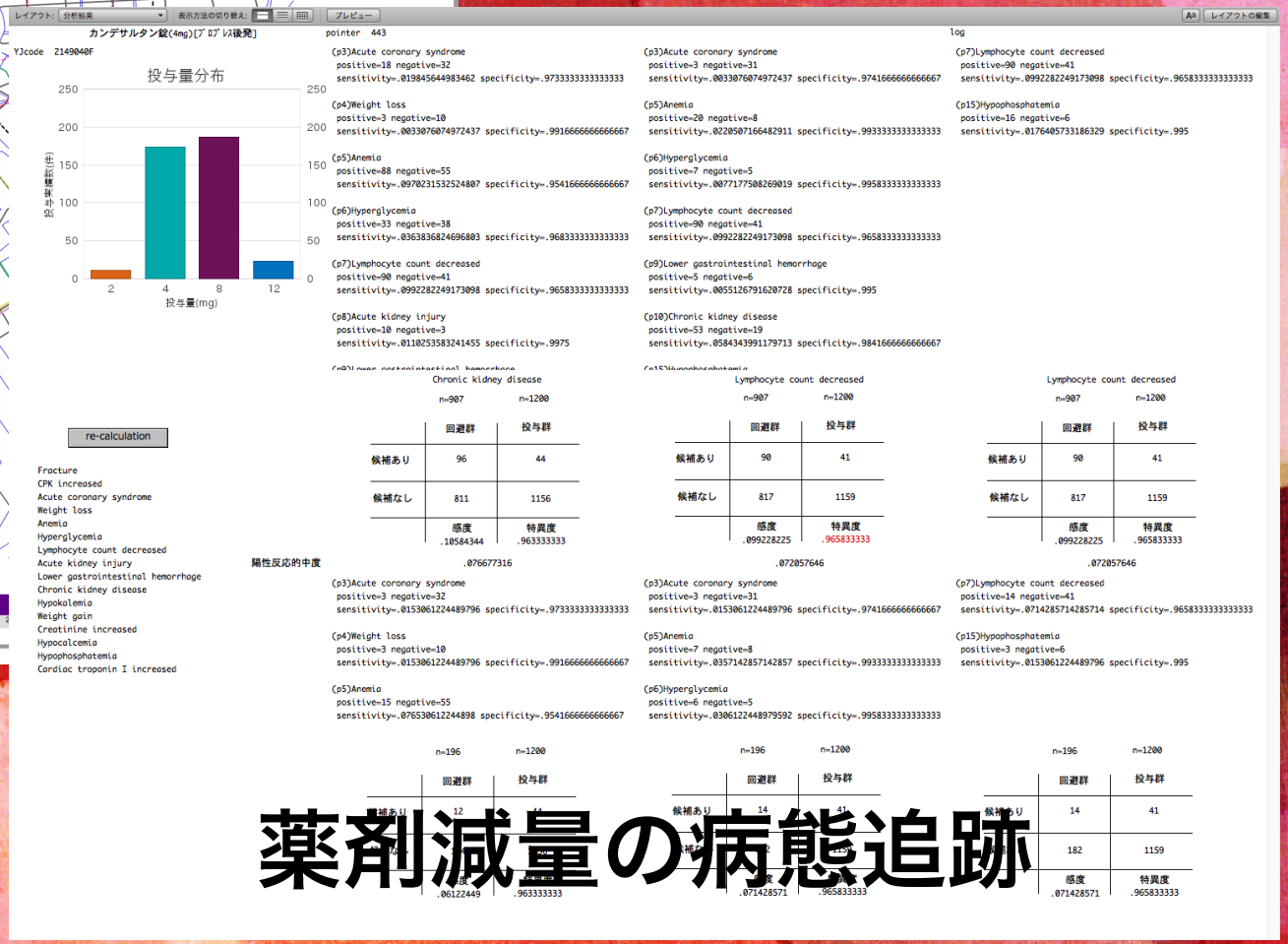
直近1日の評価超え割合

1月　現在

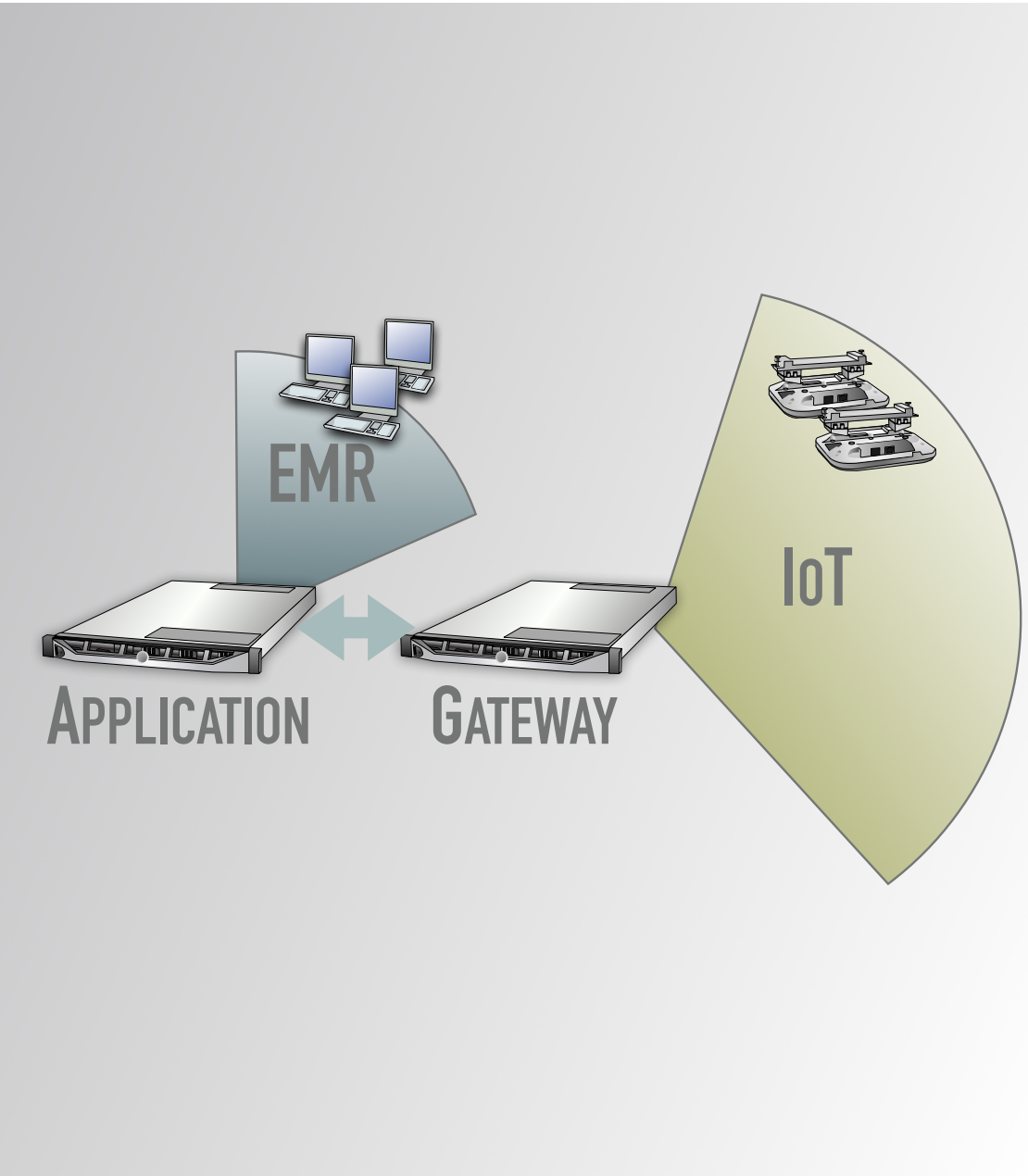
ICU　HCU　一般病棟



地理的解析

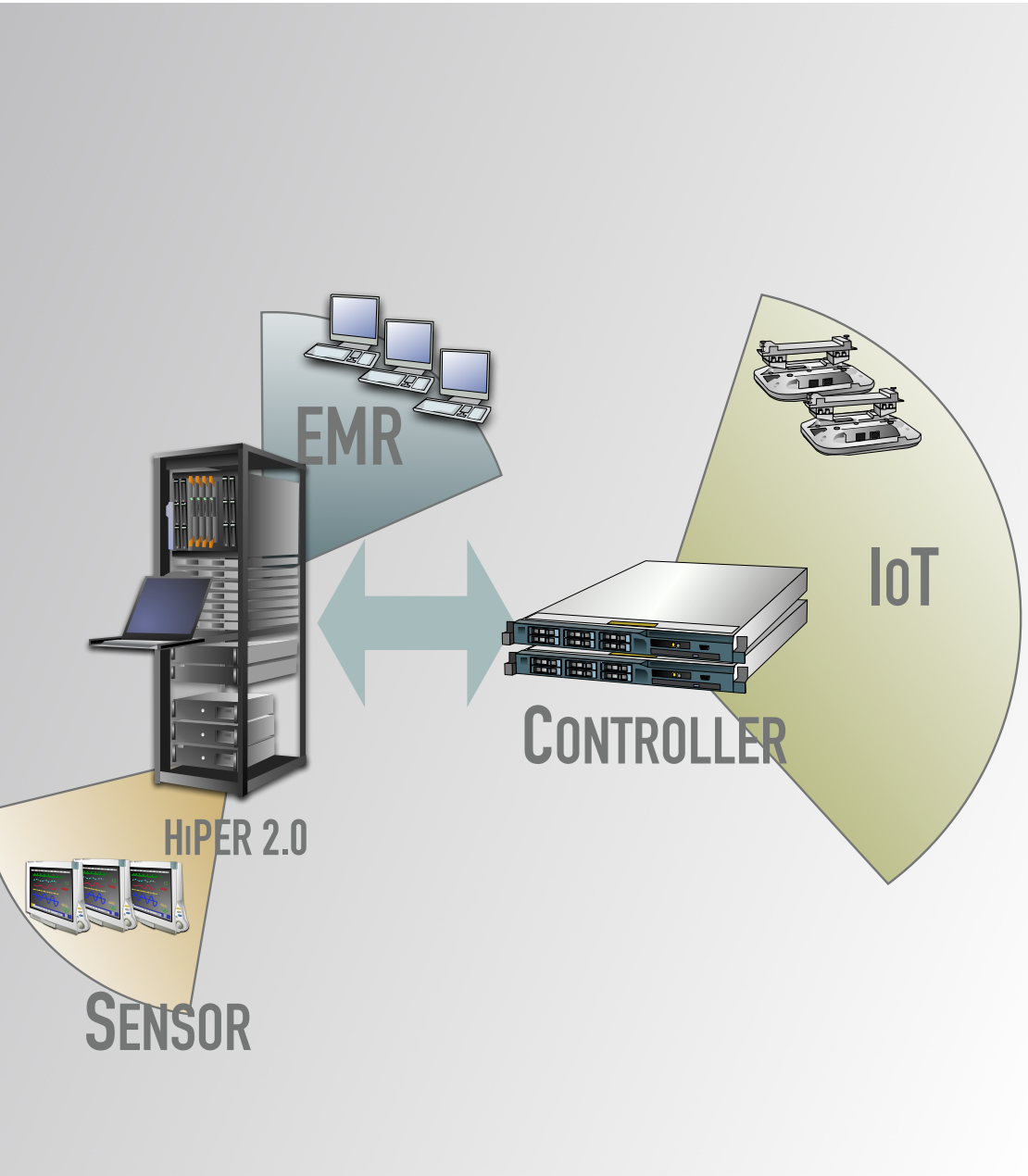


薬剤減量の病態追跡



GATEWAY方式

- デバイス単位、Gatewayレベルでの精度管理はもちろん重要
- セグメント単位でのデータクレンジングには限界もある



Stream computingとevent抽象化

- IoTデータだけでなく、多くの入力を相互利用するプラットホーム
- Wifi位置情報とEMRのログイン、各種認証や検査装置の稼働状況から相互に演算。
- 精度は考慮するが、何かを基準に演算せず、すべて相対量として管理
- 現実的な演算量にするために、SCとevent抽象化を利用した

まとめ

- 単にEAIを再構築してESBに接続しても効果は限定的で、ESB的なバックボーンプラットホームが必要。
- 医療現場では不規則運用が多く、単純なESBでは欠落や矛盾を解決できない。患者情報だけでなく、センサー系も駆使し医療者の視点も加味した分析を行う強力なStream computing処理系が必要である。