

医療情報学と医療情報システムの これから

東京医科歯科大学 名誉教授
東北大学 東北メディカルメガバンク機構
機構長 特別補佐

田中 博

今回の春季学術大会のテーマ

羅 針 盤

医療情報学の位置 ～実学、研究、教育～

一体、医療情報学・医療情報システムは、これまで何をして来て
これから、何を担えばよいのか

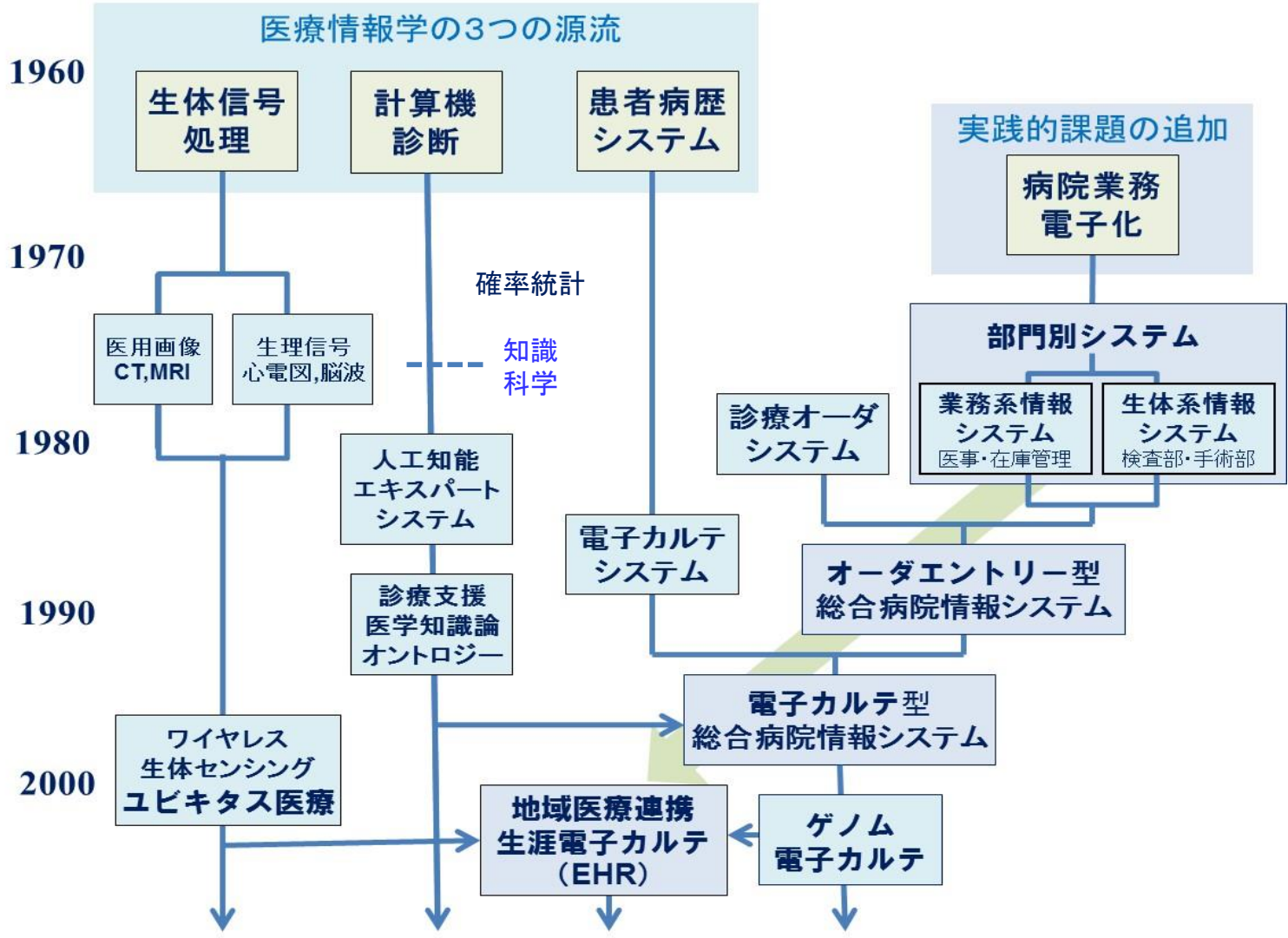
——私のパースペクティブ——

個人的履歴

医療情報学・医療情報システムに40年近く従事

逆問題→医療人工知能→病院情報システム→EHR→地域医療連携→医療ビッグデータ

医療情報学・医療情報システムの進展



これからの医療情報学・医療情報システム

基本的認識

「電子化された医療情報」の

医療への重要性

(医療質への貢献,透明性,政策的価値)は
ビッグデータ時代を向かえて
ますます増大してきた

医療情報の広域化へ向けて

医療情報システムは
わが国の社会・医療の推移とともに
その課題を担わなければならない

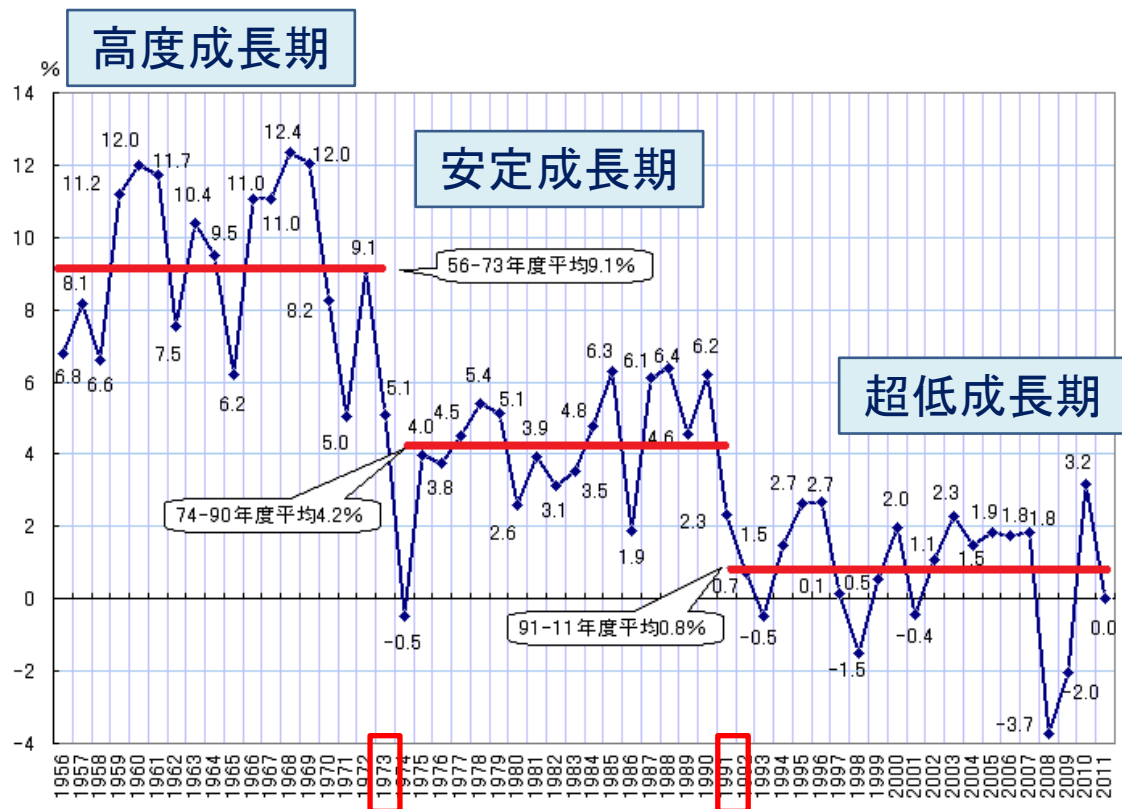
医療情報システムは
これから何をすれば良いか

我が国の社会経済的な推移

超低成長(super-low growth)社会へ

戦後日本の
经济社会世代

1. 終戦期
(1945～1954)
2. 高度成長期
(1954～1973)
3. 安定成長期
(1973～1991)
4. 停滞期
(1991～現在)



高度成長期
経済成長率約10%期

安定成長期
経済成長率約4%期

超低成長期
経済成長率約0～1%期

従来の日本型医療体制の確立と 医療情報システム

成長型若齢社会

高度成長期・安定成長期(54~91)

「成長期にある若い人中心の国」*1

急性期疾患中心の医療

「病院完結型医療」の
無関連な集まり

日本型医療体制*2

フリーアクセス制、自由開業制(民間病院多在)

現物(医療)給付・出来高払い制

医療情報システム

個々の
病院・診療所が
医療の場



病院・診療所の
電子化
病院医療情報
システム

*1 80年代 高齢化10%以下 1970 7% →1994 14% *2 国民会議「1970年代モデル」 1985年平均寿命世界一

病院医療 電子化の歴史

第1世代 病院内部門システム

医事会計システム(1968年慈恵医大病院)

臨床検査部システム(1972年東京通信病院)



第2世代 オーダリングシステム

駒込病院(1975~79年最初)

高知医大(1981年稼働:石川賞)

第3世代 電子カルテシステム

亀田病院・金沢医大・津山中央病院

1995年:本格的な開始

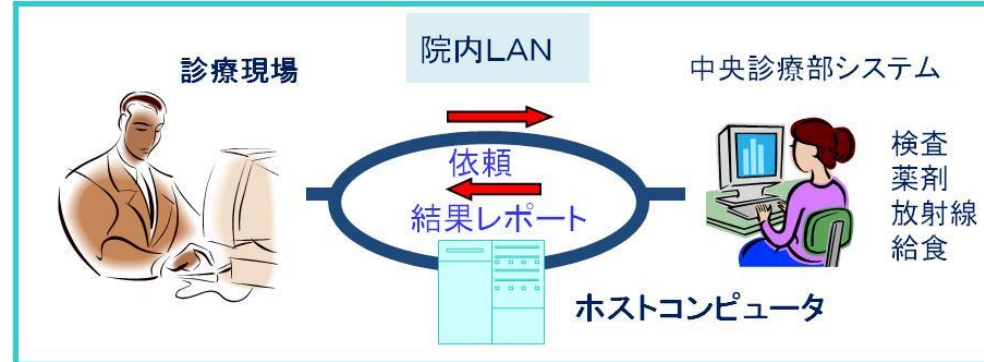
厚生労働省電子カルテ促進政策

1999年:電子媒体での保存3原則

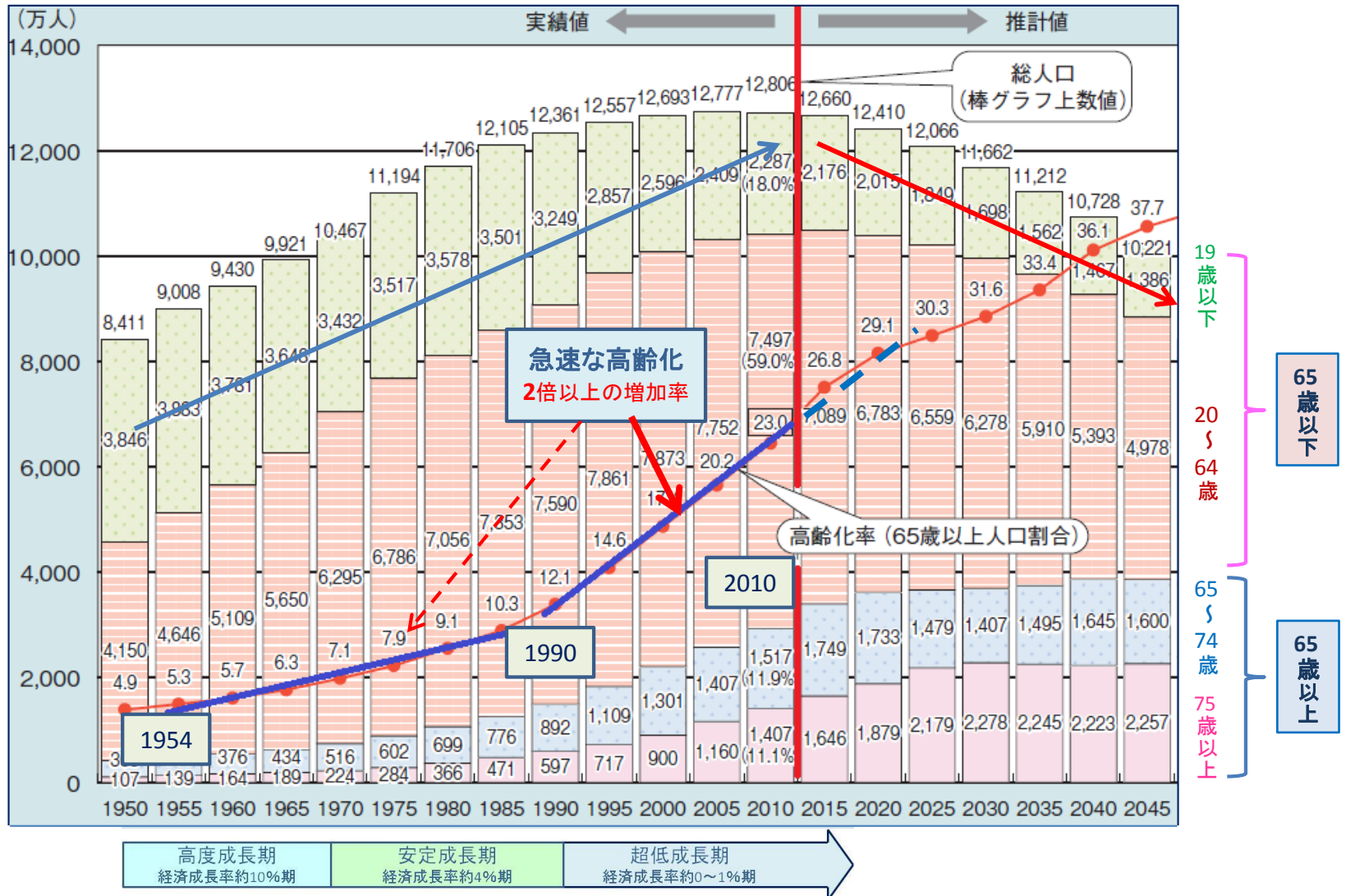
2001年:保健医療情報化グランドデザイン

2002/3年:電子カルテ導入施設整備事業

(02年108施設124億,03年141施設188億)



少子超高齢化社会へ



高齢化率 約6%(1960) 高齢化率 約10%(1985) ↗ 高齢化率 23%(2010)

30～40%(2025以降)

超低成長期及びそれへの政策による わが国の医療の危機

1961 国民皆保険制

高度成長期
1955~1972
安定成長期
1973~1990

support
→

日本型医療
「病院完結型医療」の
無関連な集まり

医療拡張政策
1961~1982
医療抑制政策
1983~

1991 バブル崩壊

超低成長期
1991~

cause
→

医療費抑制策
小泉政権診療報酬低減
医師不足
新臨床研修医制度
医師数抑制政策
戦中戦後医師退職

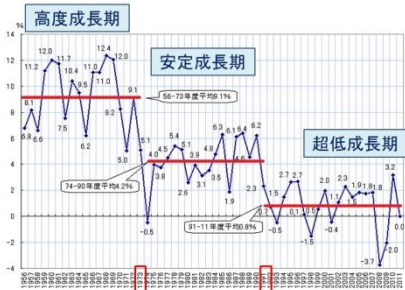
2005~

地域医療の崩壊

超高齢化
慢性疾患増大

わが国の医療の再生へ

医療情報システムも広域化へ



「病院完結型医療」から 「持続可能な医療・ケア」体制の確立へ

わが国の医療・ケアの体制がパラダイム転換の時期にある

「持続可能な医療・ケア体制」の3つの基軸

(1)「地域で連携する」医療・ケアへ

「病院完結型医療」から「地域連携型医療」へ
医師不足/慢性疾患増加 希少医療資源の共有

(2)「生涯を通じた」医療・ケア

「生涯継続性」 *lifelong-continuity, life-log*
重症化・再発予防と医療費の適正化

(3)日常生活圏域を基点としたケア

「地域（日常生活圏）包括ケア」
在宅医療の基点化

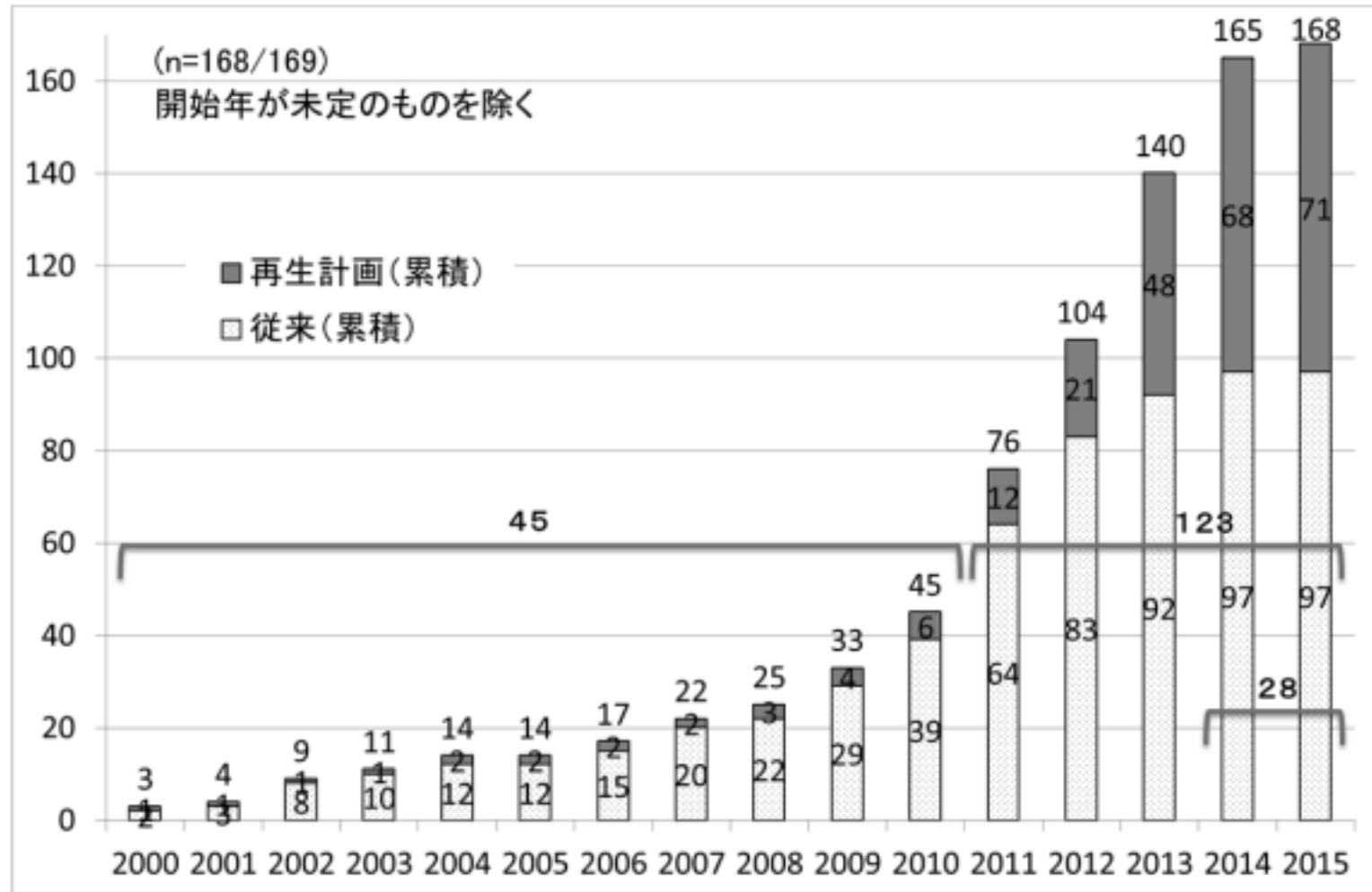
実現するためには情報の「つなぐ力」が必要

地域医療再生基金

- 第1回 2009年補正予算
 - 地域の医師・救急医療の確保、
 - 医療機関役割分担の明確化・連携体制の構築
 - 2013年までの5年間
 - 都道府県の「地域医療再生計画」に基づく支援
 - 2350億円(25億円×94:各県2次医療圏2箇所)
- 第2回 2010年補正予算
 - 都道府県(3次医療圏)の地域医療計画
 - 2100億円:15億円×52地域 加算額1320億円
 - 2013年度までの4年間
 - 被災3県 120億円
- 第3回:2011年第3次補正予算被災地の医療復興:720億
- 第4回:2012年予算予備 被災地復興追加:380億
- 第5回:2012年補正予算 2010年以降生じた不足額 500億円

地域医療連携の進展

全国地域医療連携数の推移（予定含む）



地域医療再生基金の導入(2010.1)後、ほぼ4倍化(新規導入数:既存3倍)
日医総研(2014.7)

最近の政府行政の政策

医療介護総合確保推進法案(2014)

「日本再興計画」: 社会保障国民会議

- 病院・病床機能の分化と連携
 - 病床の医療機能の都道府県への報告
 - 高度急性・一般急性・(亜急性)・回復期・慢性期の区分
 - 「地域医療構想」の策定(2015~)都道府県
- 「地域医療介護総合確保基金」
 - 社会保障と税の一体改革
 - 消費税増税に伴い、社会保障費の拡充、今後10年の恒常予算化
 - 904億円の地域再生に使用できる基金

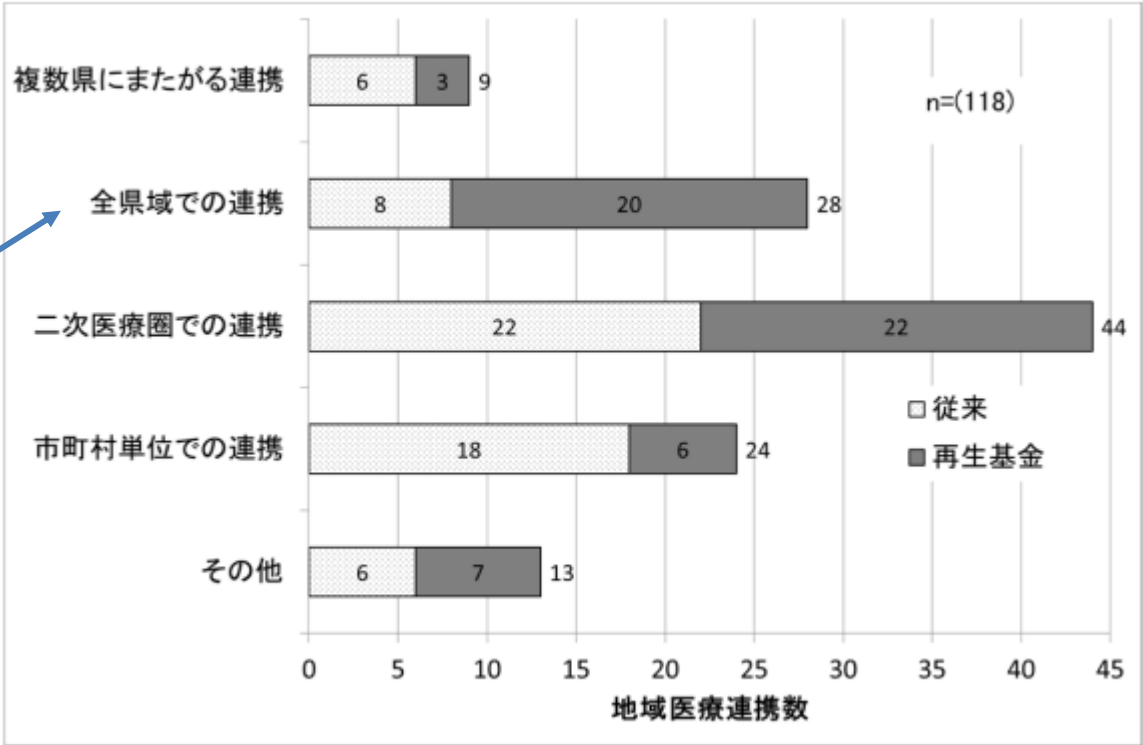
地域医療を巡る政府のIT化政策

「世界最先端IT 国家創造宣言」(IT総合戦略本部)

2018年まで地域連携ネットワークの全国展開

地域医療連携の広域化

地域医療連携の対象範囲（予定含む）



注目

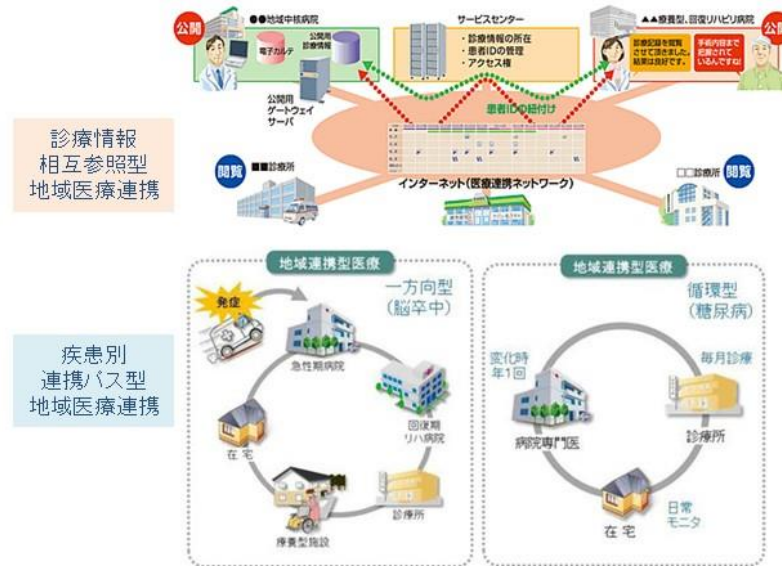
(2013 年度新規調査項目)

全国化した地域医療連携の 「構造」の導入

- 地域医療情報連携の構築は地域の自主的努力が必要で、地域多様性は必定
- 2次医療圏⇒全県規模⇒地方ブロック⇒全国
の広域化の傾向も必然である
- 広域的連合を「構造化」する戦略
 - 地域医療ビジョン・ガイドラインにおいて
「**ミニマム連携診療情報項目**」を制定しこの部分
を「共通の横櫛」とする(集中層)
 - 詳細情報は各地域連携で保持する(分散層)
 - De fact「**共通ID番号**」

厚労科研班 全国共通のミニマム連携診療項目提案

大項目	中項目	病院⇄病院 病院⇄診療所 連携	病院⇄介護施設連携 (在宅療養)	救急
【基本情報】	名前	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	生年月日	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ID (注1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	性別	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	血液型	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	住所	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	電話番号	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	疾患名	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	既往歴(注2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	処方履歴(常備薬)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	アレルギー(注3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
感染症	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
通院施設(複数記入可)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
サマリー(800字以内 注4)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
【計測データ】	身長	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	体重	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	体温	<input type="checkbox"/>		
	脈拍	<input type="checkbox"/>		
	血圧(収縮期、拡張期)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	【検査データ】	血算(赤血球、白血球、血小板、Ht、Hb)	<input type="checkbox"/>	
血清脂質(総コレステロール、HDL、LDL、TG)		<input type="checkbox"/>		
肝機能(AST (GOT)、ALT (GPT)、γGPT)		<input type="checkbox"/>		
腎機能(BUN、Cr 注5)		<input type="checkbox"/>		
尿(尿タンパク、尿潜血)		<input type="checkbox"/>		
耐糖能(グルコース、HbA1c)		<input type="checkbox"/>		
心電図		<input type="checkbox"/>		
心電図		<input type="checkbox"/>		
【ADL】	介護度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	食事	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	排せつ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	入浴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	



考慮すべき点

①画像情報:最低限の画像として胸部X線画像を取入れる意見(とくに呼吸器疾患)もあったが、ミニマム連携診療項目としては今回は見送った。

②認知症指標:介護との連携において認知症の指標(MMSEや長谷川式簡易知能評価)を取入れる意見もあった。認知症指標の重要性は高いが(特に後期高齢者)、疾患別ミニマム連携項目として次年度の検討事項とした。

注1 患者ID:共通IDが地域でdefactがあれば採用。全国共通IDの制定を期待する

注2、注3 既往歴、アレルギー:患者から聞いたものではなく、病院で正確に診断されたものを記載すること。

注4 800字以内を推奨するが制限しない。

注5 1000万人を超える糖尿病患者のために、尿中アルブミン定量(mg/gCr)及び尿蛋白定量(g/gCr)を加える意見もあったが、今回は腎機能、耐糖能に限定した。今後の学会・医療団体の意見を聴取する。

共通ID番号

- 地域医療福祉情報連携協議会(RHW)共通ID提案
- 現状のde factで使用できる16桁の共通IDを提案
- 各地域の先行事例の番号体系が継続使用可能にする

地域医療連携の連合体制の横断しての 日本版EHR

背景

IT戦略:2018年に向け地域医療連携の全国化

地域医療構想ガイドライン:ミニマム連携項目指定



共通ミニマム診療連携項目の全国普及

日本版EHR



Nation-wide な集中的蓄積

共通ミニマム連携情報・共通ID

地域医療連携内分散的蓄積

地域医療連携内
詳細情報

地域医療連携内
詳細情報

地域医療連携内
詳細情報

地域医療連携内
詳細情報

医療情報の個別化へ向けて Life-long healthcareとPHR

生涯的健康医療の個別化(1) 生体センサリングの普及

• Quantified Self

- 米国での運動、Wearable Computerと生体センシングを結合して自己の健康・行動をモニターする。世界に広がる



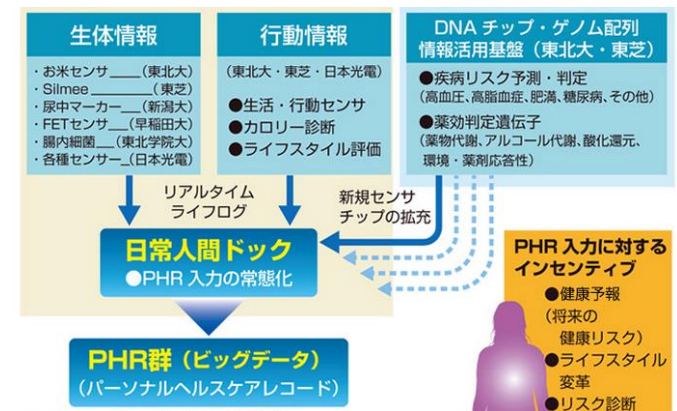
ECG; EEG; Skin Conductivity; EVG

• 東北大学-東芝COI

- 「さりげないセンシングと日常人間ドックで実現する理想自己」

• そのほか

- コンティニューアなど幾つかの日常モニタリング, mHealthのプロジェクト



生涯的健康医療の個別化(2)

BioBankの国内外の普及

- UKバイオバンク 50万人
 - 45歳から69歳の50万人の健常者の被験者について血液標本を2006年から2010年の間に集め、その健康医療状況を追跡する複合型のバイオバンク・プロジェクト
- 東北メディカルメガバンク(Tommo) 15万人
 - 地域住民コホート(8万人): 宮城・岩手県の住民の健康医療記録を収集。コホートを10年間追跡。疾患の発症リスクなどを評価。東日本大震災後のPTSDやうつ病など
 - 3世代コホート(7万人)。1万人の新生児について両親、父親・母親の祖父母の7名に全ゲノム配列情報を含んだ、遺伝・環境情報収集
 - Japonica アレイ 1000人ゲノムから
- 健常者の生涯にわたる疾患リスクを追跡調査疾患発症
 <環境(習慣)要因X遺伝的素因>を解明 個別化予防
- そのほか、長浜コホートなど各地でBiobank

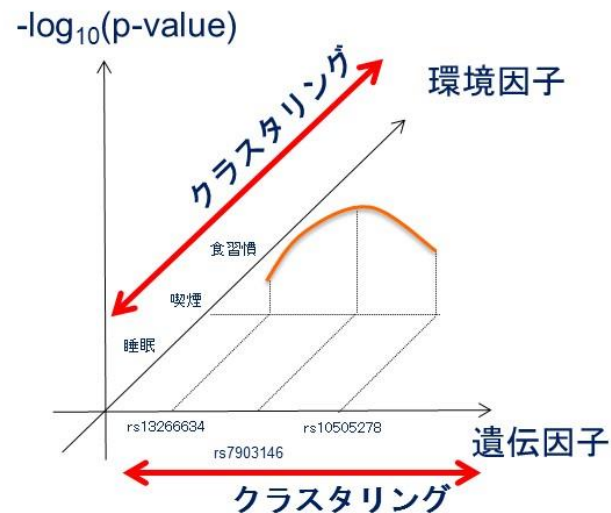
組合せ特異的遺伝子環境相互作用

Idiosyncratic Effect of Combination of GxE factors

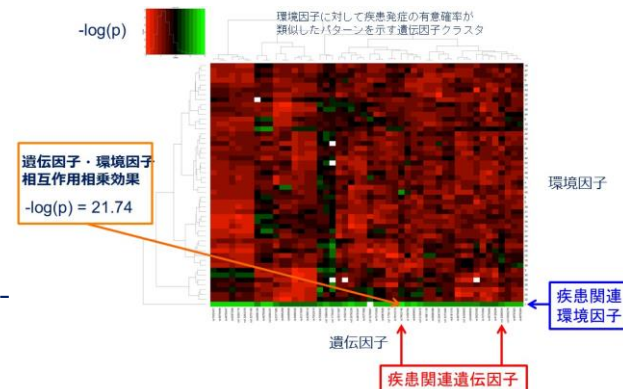
- 遺伝的素因と環境の相互作用
- 相互作用の特異的組合せ効果
 - ハワイの白人、日系人と結腸がん発生
 - **相対リスクの乗算ではない。**
 - Idiosyncratic Effect

HCA(ヘテロサイクリックアミン, 肉を高温で焼いた時に生成される発癌物質)

		CYP1A2 Phenotype \leq Median		CYP1A2 Phenotype $>$ Median	
		Likes rare/medium meat	Likes well-done meat	Likes rare/medium meat	Likes well done meat
Non-Smoker	NAT2 Slow	1	1.9	0.9	1.2
	NAT2 Rapid	0.9	0.8	0.8	1.3
Ever-Smoker	NAT2 Slow	1	0.9	1.3	0.6
	NAT2 Rapid	1.2	1.3	0.9	8.8



遺伝因子・環境因子相互作用の同定



L. Le Marchand, JH. Hankin, LR. Wilkens, et al Combined Effects of Well-done Red Meat, Smoking, and Rapid N-Acetyltransferase 2 and CYP1A2 Phenotypes in Increasing Colorectal Cancer Risk, Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev 2001;10:1259-1266

次世代医療情報システムの基礎概念(2)

life-course health care

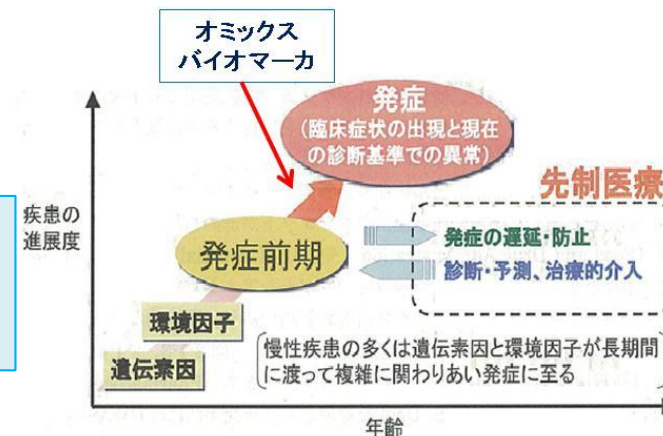
- 日常的生体モニタリングの目標
 - Life-long healthcareにおける疾患発症の予知
- 健康寿命延伸の情報基盤としてPHR/HER
 - 生涯的時間継続性における健康医療データ
 - 参加型医療へ
- 発症予知と分子的バイオマーカー
 - 先制医療 (preemptive medicine) へ
 - Liquid biopsy (液性バイオマーカー)
血中循環RNA, DNA計測, がん・
アルツハイマー症などの疾病予知
 - DIY genomicsの発展



Nanopour型シーケンサ

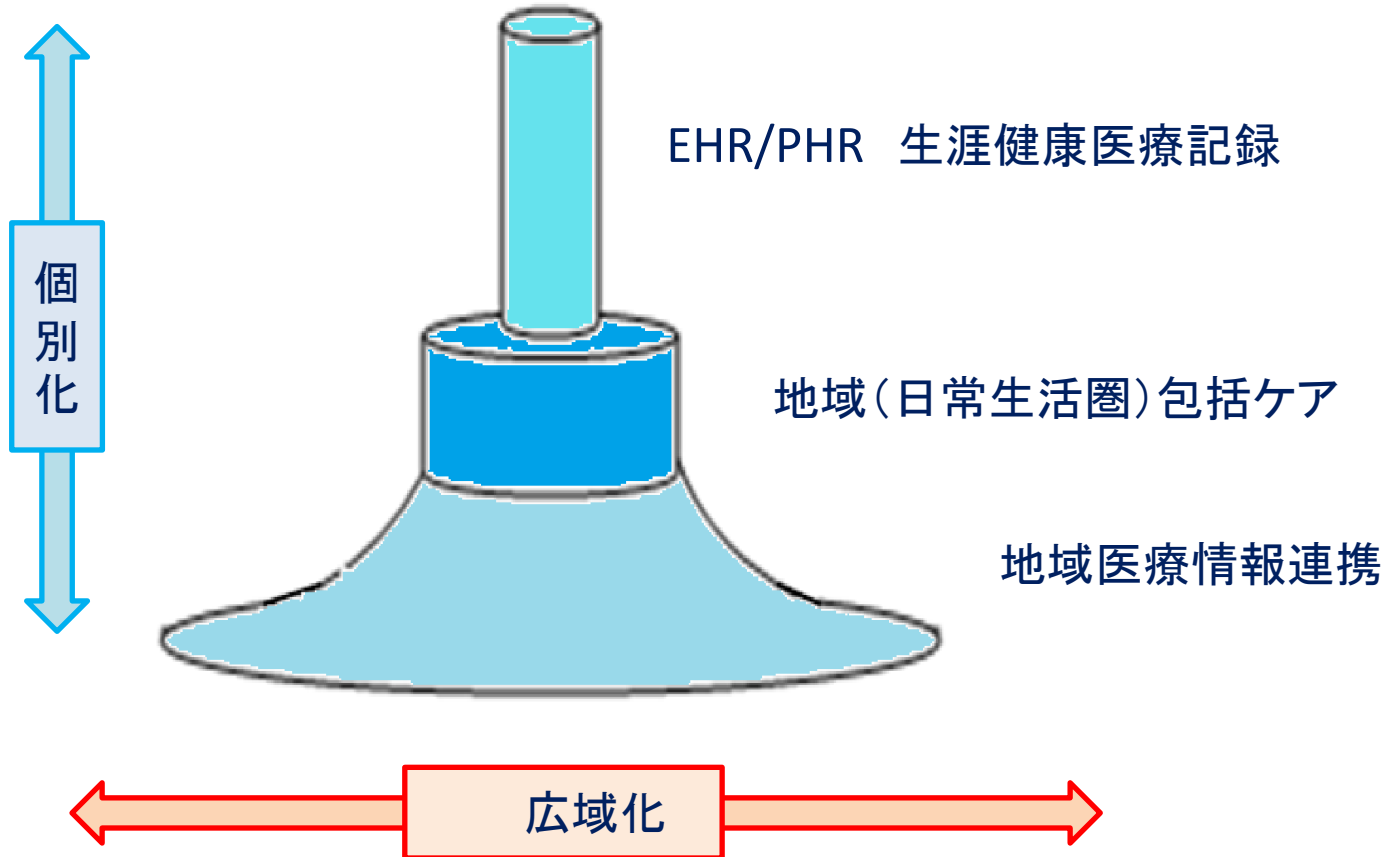
先制医療
Preemptive medicine (Zerhouni 2005)
By making use of precise molecular knowledge to detect disease before symptoms are manifest, and intervening before disease can strike.

Reactiveでoccasionalな治療医学 → proactiveでlife-longな予測医療



医療・ケアの広域化と個別化

生涯電子記録から個別化医療・ケアへ



2次医療圏から全県域へさらに国民的規模へ

医療情報の「知能化」

—医療ビッグデータの時代—

医療ビッグデータ時代

1) 臨床診療情報

– 従来型の医療情報

- 臨床検査、医用画像、処方、処置など

2) 疫学的情報

– 疫学調査・集団医学・医療政策

3) 網羅的分子情報

– ゲノム・オミックス医療 分子情報

– 個別化医療/疾患予知バイオマーカー

旧来のタイプの
医療ビッグデータ

新しいタイプの
医療ビッグデータ

我が国における医療ビッグデータ (従来型医療情報)

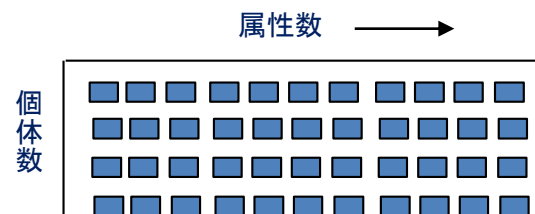
- NBD:ナショナル・データベース
 - 高齢者医療確保法(2008)に基づき電子レセプト特定検診の電子化データ
 - 2011年から2012年まで試行期間:厳しい条件で活用:4回の申請で18件
 - 現在約レセプト60億人以上, 健診情報約1億人
 - 試行期間終了後は改善方針
- 日本版センチネルプロジェクト
 - 2010年厚生労働省とPMDAにより遂行
 - 1000万人目標、10大学附属病院
 - 2016年からは一般利活用

新しいタイプの医療ビッグデータ

- ゲノム医療における網羅的分子情報のビッグデータ (L. Chen)

- “Small Big Data”

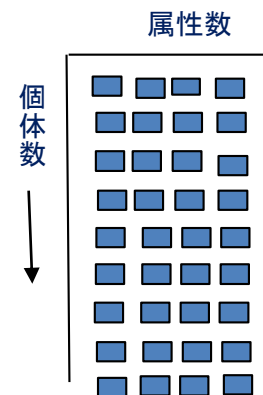
- 1個体に関するデータ数が膨大
 - 全ゲノム配列x30で100Gbpなど
- 従来の統計学が無効 $p \gg n$



- 従来の医療情報のビッグデータ

- “Big Small Data”

- 1個体 医療情報・疫学調査
- 属性数十項目 サンプル数が多数



新しいデータ科学の必要性

新しい種類のビッグデータ (網羅的分子情報)

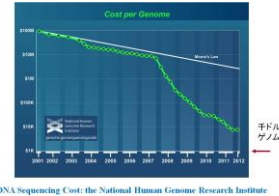
次世代シーケンサを始めとするhigh-throughput分子情報
収集の急激な発展

クリニカル・シーケンシングの普及

全ゲノム解析(WGS)100Gb

エクソーム解析(WES)6Gb

米国では数十の著名病院で実施



現状 米国ではすでに20以上の医療施設で、ゲノム/オミックス医療が
病院の日常臨床実践業務として行われている。

NHGRIの
リスト

Organization	Year	Genome Type
Amgen	2012	Whole genome
Amgen	2013	Whole genome
Amgen	2014	Whole genome
Amgen	2015	Whole genome
Amgen	2016	Whole genome
Amgen	2017	Whole genome
Amgen	2018	Whole genome
Amgen	2019	Whole genome
Amgen	2020	Whole genome
Amgen	2021	Whole genome
Amgen	2022	Whole genome
Amgen	2023	Whole genome
Amgen	2024	Whole genome

WGS/WESによる原因遺伝子変異・がんドライバー遺伝子同定



ウィスコンシン
医科大学病院

Genome sequencing
program患者選択委員会



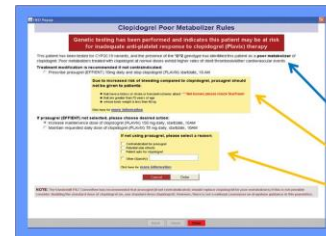
ベーラー
医科大学

Whole genome laboratory
を設置。In-houseでシーケン

その他にMayoClinic, Washington, Partnerヘルスケアな

ど

薬剤代謝酵素の多型性の判別による個別化投薬



クロビドゲル処方
電子カルテの警告画面
処方名プラスティック(注血剤)
ステント留置手術の後に処方

CYP2D6の多型性で2*2の場合は
代謝機能が低いので血中が蓄積する
薬剤投与の必要性は十分である
この患者の場合(2*2)プラスゲル
(商品名エフィエント)に替えるか
分量を2倍にしろと警告している



バンダービルト
医科大学病院
PREDICT

電子カルテ
画面

医療ビッグデータの流れ

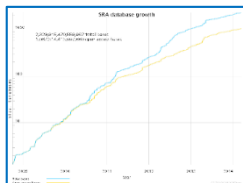
クリニカル・シーケンシングの普及など

全ゲノム解析 (WGS) 100Gb

エクソーム解析 (WES) 6Gb

米国では数十の著名病院で実施

2000兆塩基 (2 Pb)
が登録 (SRA)



ゲノム・オミックスデータの蓄積

従来型医療情報
との統合

クリニカル
フェノタイピング

臨床情報
形式化

医療ビッグデータ

学習アルゴリズム

ゲノム医療知識

人工知能

ゲノム医療の実践

医療ビッグデータ



MayoClinicでは
10万人患者WGS

ゲノム・オミックス医療の臨床実装の現状

実施されているゲノム・オミックス医療

1. 病因未知の遺伝疾患のWGS/WESによる原因遺伝子変異の同定

Wisconsin大学病院、Baylor大学病院

2. 難治性のがんのWGS/WESによるDriver 遺伝子変異の同定

MayoClinic、MD anderson

3. 遺伝性がんの生得的な原因遺伝子 (BRCA1/2など) の診断

4. 薬剤代謝酵素の多型性診断と電子カルテへの実装 (DNAアレイ)

Vanderbilt大学病院・MayoClinic

NIH「ビッグデータから知識へ」計画

“Big Data to Knowledge” (BD2K) initiative

- **BD2K: “Big Data to Knowledge” Initiative 開始**
 - 「データ・情報学に関するNIH長官諮問委員会」JWG
 - 焦点化したワークショップ, 知識発見指標や人材養成のためのCOEに対する提案の募集
 - 研究費の配分 2014年から
 - **データ科学のための副長官** (Associate Director of Data Sciences) を任命 **Bourne, PhD.**
- **Francis Collins長官談: 「NIH全規模での優先計画」**
 - 生命医療研究に喫緊の重要性を持つ、指数的に増大する生命医療データを活用する
 - 「ビッグデータの時代は到来した」
 - NIHがこの革命を作り上げる。**様々な異なったデータ種類に対するアクセスの統合・分析に主導的な役割を果たす。**
- <http://bd2k.nih.gov>

NIH BD2K計画の実施

- 医療におけるデータ科学の全米COE創成
 - Center of Excellence in Data Science
 - Uni. Pitts: Center for causal modeling and discovery of biomedical knowledge from big data
 - UCSC: Center for big data in translational genomics
 - Harvard: Patient-centered information commons
 - その他、コロンビア大学、イリノイ大学など11施設 32M\$
- Data Scientist 人材養成
- データ発見索引 DDI (Data Discovery Index) Consortium
 - Data discovery index coordination consortium (DDICC)
 - データベースカタログの発展・PubMedのDB版
 - UCSD: BioCADDIE (Biomedical and healthCAre Data Discovery and Indexing Ecosystem)を中心にDDI研究開発

関連プロジェクトeMERGE

- 前史 : Nat. Ctr for Biomedical Computing : i2b2 形式の医療データ
- phase I (2007-2011)
 - 電子カルテを通してクリニカルフェノタイピングを行う
 - EMR: 臨床フェノタイプとBiorepositoryに基づくGWASが可能か (EMR-based GWAS)。利用に関するELSI側面も検討
 - eMERGE-I: Mayo Clinic, Vanderbilt大学, Northwestern大学など5施設

- phase II (2011-2015)
 - 電子カルテと遺伝情報の統合(実装)
 - 電子カルテへのゲノム情報の統合
 - PGxの臨床応用に関する試行プロジェクト
 - 結果回付 Return of Result (RoR)
 - 4施設がeMERGE-IIより加わる
 - 小児病院とMount Sinai/Gesinger

- CSER consortiumとliason

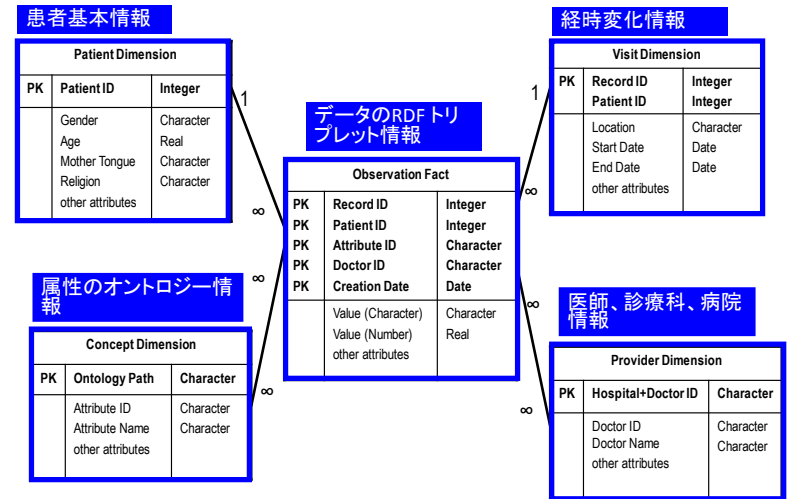
- “Clinical Sequencing Exploratory Research” コンソーシアム NHGRIにより予算化
- 臨床的転帰を改善するための全ゲノム/エキソーム解析



臨床データの表現型形式化 (Phenotyping) の問題

i2b2 (Informatics for Integrating Biology and the Bedside)

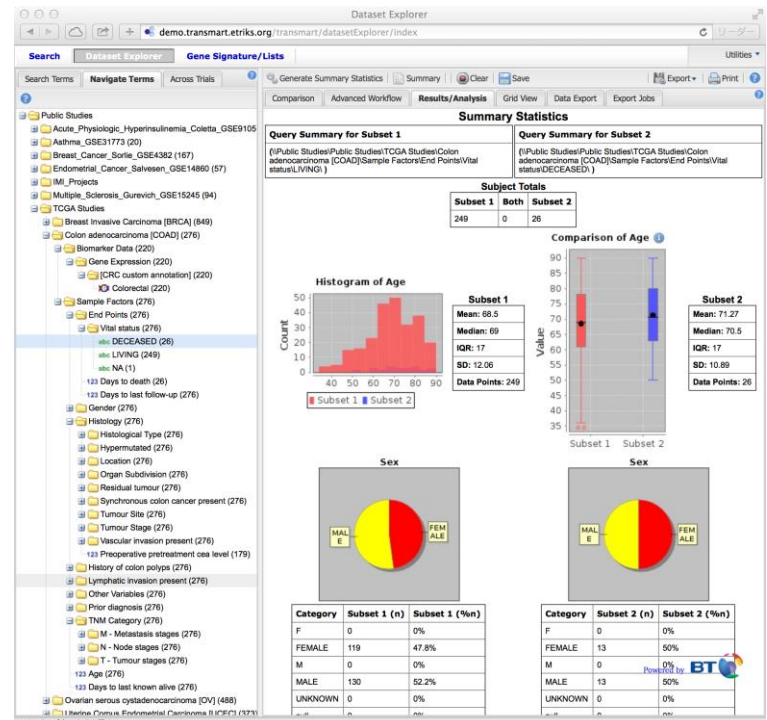
- 格納すべきあらゆる情報を主語 (subject) 述語 (predicate) 目的語 (object) のトリプレット (三つ組み RDF: resource description framework) で形式化、
- オントロジーとの組み合わせで検索可能とする、特徴的な設計
- Star Schema: データベーススキーマの1つ、その中心に位置する observation_fact テーブルに集約される。



tranSMART – トランスレーショナル生物医学研究のプラットフォーム

- tranSMART Foundationにより開発されているオープンソース (GPL3)
- 転帰 (outcome) などにより集団を抽出し、ヒートマップ、相関解析、クラスタ分析、主成分分析、生存時間分析などの解析が可能

Node	Description
Biomarker Data	Measurements of biomarkers such as RBM antigens, gene expressions, antibodies and antigens in ELISA tests, and SNPs.
Clinical Data	Primary and secondary endpoints, and other measurements from the study.
Samples and Timepoints	Tested samples (such as tissue or blood) and time periods when the samples were taken.
Scheduled Visits	Periodic stages of the trial during which patients are seen.
Design Factors	Compounds involved in the study, dosages, and regularity with which the compounds were administered. Note: With clinical trials, this node is typically named Treatment Groups.
Sample Factors	Patient information, such as demographics and medical history.

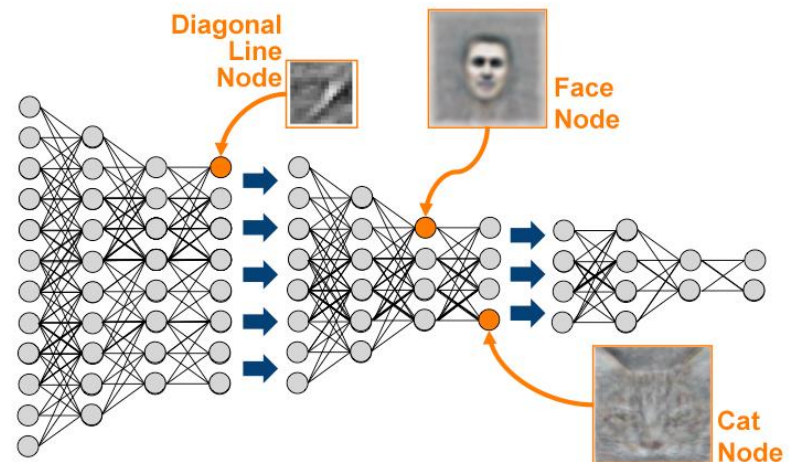


Big Dataと学習システム1

- **Learning systemの不可欠性: IBM Watson**
 - 自然言語処理、大量データベース探索、確信度付き解答: Deep QAシステム (jeopardy)
 - MITのSTARTと呼ばれるオンライン自然言語QAシステム: 質問をシンプルな質問に分解
 - CMUのOpen Advancement of Question-Answering Initiative(OAQA)システムが骨格
 - 質問解答に適切なテキスト資料を特定する知識源拡張アルゴリズム。テキストから知識を自動的に抽出
 - 大規模情報抽出、構文解析、知識推論により大量の情報資料をシステムの一般知識情報源に変換
 - 自然言語理解に応用される統計学的学習理論(例えば、カーネル法)が基礎
- **Memorial Sloan-Kettering Cancer Center (MSKCC)**
 - The Oncology Expert Adviser software (OEA)
 - IBMワトソンの計算能力および自然言語処理技術と、MSKCCが持っている臨床知見(分子・ゲノムデータ、がん病歴の膨大なリポジトリなど)を組み合わせ、個々の患者にとって最高の治療方針を決定するのに役立つ、最新の研究に基づいた詳細な診断情報や治療の選択肢を見出す
- **New York Genome Center**
 - がん専門医ががん患者に対してより良い個別ケアを提供できるよう支援するツールとしてゲノム研究専用デザインされたWatsonの試作システム
 - 最初の対象として脳腫瘍のglioblastoma (グリア芽細胞腫)、ゲノム配列と医療情報、医学文献から個別化治療を提案
- **Cleveland Clinic**
 - 知的医学教育システム
 - 問題解決型学習プログラム、仮説的な臨床シミュレーションの中で、Watsonを対話的に利用して症例を分析。Watsonの技術を利用した共同型の学習教育ツールは、医学生が最新情報を探索し、さまざまな仮説の提示と検討を行ない、可能性のある解答、診断、治療の選択肢を裏付ける重要なエビデンスを見出すプロセスを学ぶ。
- **MDA Anderson**
 - 治験に適切な患者を診療情報から選別(clinical trial)

Big Dataと学習システム2

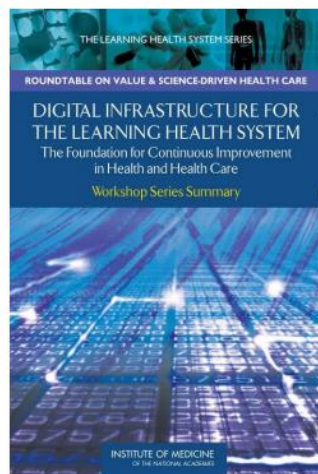
- Learning の不可欠性: ASCO (米国臨床癌学会)
- The ASCO CancerLinQ initiative
 - 学習システムを構築し、大量の診療データを集め、診療の現場に治療知識を供給する。17万人のがん症例データベースを2015年までに構築。
 - 各がんについて1~2万人の症例を集める
 - 統計/ニューロ学習
- Deep learning
 - 医療への応用
 - 多層化ニューロネット
 - 多段特徴抽出



新しい米国の医療情報システムの概念 「学習する医療システム」 (Learning Health System)

- IOM(Institute of Medicine)のレポート
 - 2007年にEBM/RCT(無作為試験)に変わるパラダイムとして提案

Digital Infrastructure for the Learning Health System: The Foundation for Continuous Improvement in Health and Health Care



Best Care at Lower Cost: The Path to Continuously Learning Health Care in America



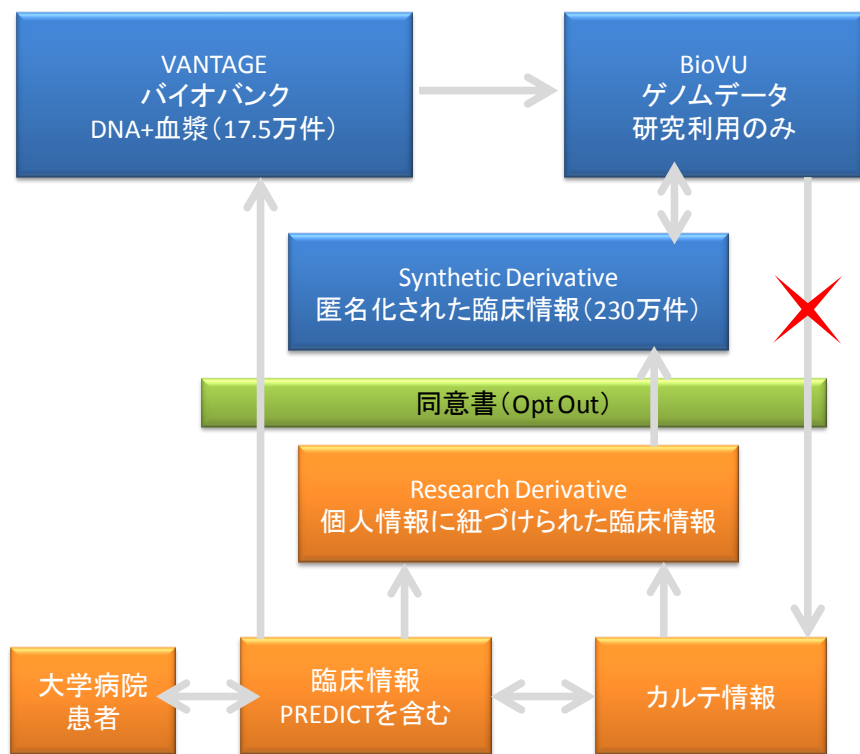
「学習する医療システム」 Learning Health System

新しい生物医学知識が臨床実践に給されるまで17年
臨床データを用いて医療を実施しながら医療を改善する

- IOM “Clinical Data as a Basic Staple of Health Learning”
- 医療システムのデジタル化(IT化)は必然の傾向である
- 「ルーチンの医療活動から集められたデータ(形式的臨床研究と違って)がLHSを支える鍵である」
- データを共有することによって学習して医療システムを改善
- RCTは「黄金基準」であるが、通常の医療システムの外で実施されている。医療が実際対象とする患者集団を代表しているのか。
- RCTは時間が掛かり費用もかかる
- 有効な知識の蓄積の速度が加速する

LHSの成功例

ゲノム情報と電子カルテ情報を用いた Vanderbilt大学病院の医療情報システム



電子カルテ

Synthetic Derivative : 電子カルテから匿名化臨床表現型のデータベース 230万件。Opt out 形式

バイオバンクと遺伝子解析

BioVU : Synthetic Derivativeと連結可能なGenome DNA情報
VANTAGE Core : 検体17.5万件、血液検からDNA抽出・ゲノム解析、バイオバンク運営

PREDICT : 臨床レベルの遺伝子解析情報により、薬物副作用防止などを実現するシステムを自らの医療システムにより知識抽出して実現する

クロビドグレル(抗血栓剤)の遺伝子多型に関してABCB1、CYP2C19、さらにPON1の多型が知られていたが、ヒトを対象とした臨床実験の報告はなかった。SDから循環器疾患でclopidogrelの投与歴の対象者(ケース群)およびコントロール群を選出。BioVUから遺伝子を決定する。この条件に合致するケース群は255件。解析の結果、CYP2C19*2とABCB1の関与は有意。PON1は非有意が判明した。

Obama大統領と Precision Medicine Initiative

- 2015年, 一般年頭教書で発表
- 個別化医療、**精密医療** (precision medicine: 適確医学) の推進
- 100万人のコホート研究、GxE
- 250億円 (215M\$) の予算
 - 130M: NIH, 100万人コホート
 - 70M: NCI, がんのドライバー変異
 - 10M: FDA, データベース開発
 - 5M: ONC標準規格, 情報privacy, security

まとめ

医療情報学・医療情報システムの これからの課題1

- 医療情報の広域化
 - 従来の「病院完結型医療」のパラダイムを脱した「持続可能なわが国の医療・ケア」体制の確立へ
 - 公的インフラとしての情報システム
 - 医療施設電子化→2次医療圏→全県域→地方ブロック→(全国化)
 - 「構造」の導入 bottom-up EHR

医療情報学・医療情報システムの これからの課題2

• 医療情報の個別化

- これまでの治療医学中心のパラダイムから、生涯を通じたケア<life-course healthcare>を支える情報環境
- 健康モニタリング
 - モバイルヘルスケア (mHealth)、Quantified Self
 - 「さりげない健康モニタリング」
- 個別化予防(遺伝情報、環境情報の取り込み)

医療情報学・医療情報システムの これからの課題3

• 医療情報の知能化

- ゲノム医療や生体モニタリングの発展による医療ビッグデータ時代に対応して
- 表現型情報の適切な形式化の学問
 - 疾患情報: クリニカルフェノタイピングの重要性
 - ヘルスケア・フェノーム・オントロジーの確立
- 医学的知識発見・機械学習・データサイエンス
 - 自然語解析、Deep Learning, case-based learning
- Learning Health System: 主導概念
 - Evidence-based Medicineを超えて
 - 実践と学習的認識の統合へ

これからの医療情報システム

可能性と課題

病院情報システム



広域化

wide-area HIT

個別化

personalization

地域・全県
全国展開

国規模DB
NBC/薬剤

網羅的分子情報
ゲノム・オミックス

生体モニタリング
Quantified Self

ビッグデータ解析と知識発見

知識発見・学習する医療情報システム

医療情報学は、
医療の**第一の基礎科学**であると
同時に、医療の最前線を支える
最先端の実践科学である

その実証へ

ご清聴ありがとうございました