



第6回政策研究レビューセミナー

社会課題解決に向けた科学技術シナリオ
プランニングを目指して

2013年12月12日

文部科学省 科学技術・学術政策研究所
科学技術動向研究センター長
小笠原 敦

ogasawara@nistep.go.jp

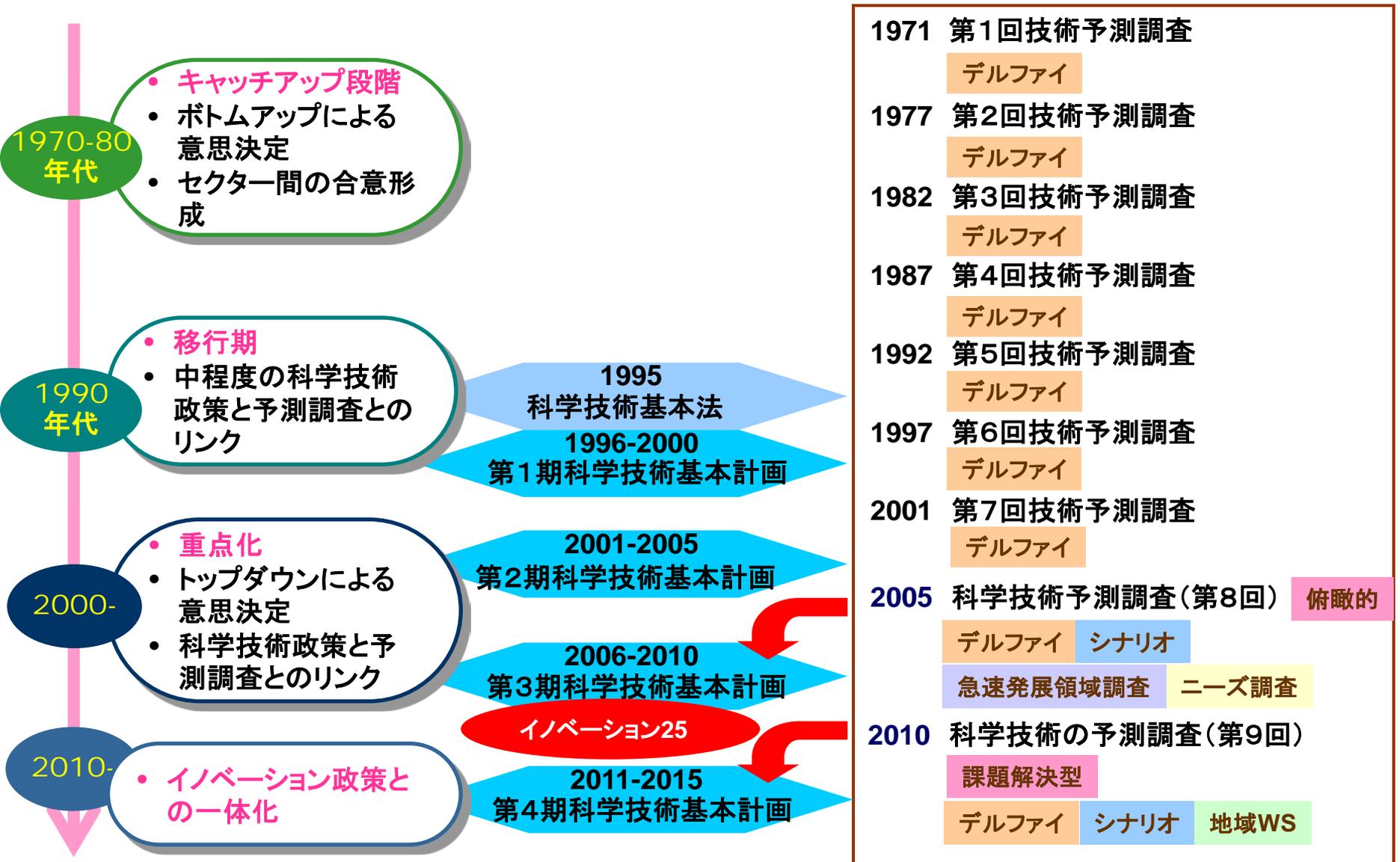
はじめに — 社会課題解決への潮流

- ・従来: 科学技術の発展を中心に将来像をシーズ・オリエンテッドに予測
- ・現在: どのような社会課題を解決すべきか、どのような社会を実現すべきか、というビジョン・オリエンテッドな方向に要求が変化

近年議論されている「社会課題」の代表例

1. 地球レベルの課題(国連)
Water(水)、Energy(エネルギー)、Health(健康)、Agriculture(農業)
Biodiversity(生物多様性)、Poverty(貧困)
2. 国家レベルの課題(イノベーション総合戦略)
エネルギー、健康長寿、インフラ、地域資源(農業含む)、震災復興
3. 経済、産業競争力レベルの課題 ~ 産業構造の転換
 - ・「サービス経済」へのシフト
 - ・PSS(Product Service Systems: 製品とサービスの融合)へのシフト
 - ・付加価値構造における知的資産割合の高い産業へのシフト
(医療、医薬品、医療機器、高機能材料...等)
 - ・高度イノベーション人材へのシフト

我が国のこれまでの科学技術政策の潮流と予測調査



ドイツにおける議論(1)

ドイツでは、連邦教育研究省(BMBF)のプロジェクトとして、2007年に「フォーサイトプロセス」が開始された。目的は以下の通り。

- ① 研究開発の新しいテーマの特定
- ② 分野横断的領域の明確化
- ③ 戦略的協調が必要な領域の探索
- ④ 研究開発政策のための優先順位付け

工程	期間	担当機関	内容
第1サイクル	2007 ~ 2009	フラウンホーファー応用研究促進協会システム・イノベーション研究所(FhG-ISI)、同協会労働経済・組織研究所(FhG-IAO)	科学技術の進展を出発点とした検討(技術指向)を行い、優先的に取り組むべき新しい学際領域を導出した。
第2サイクル	2012 ~ 2014	フラウンホーファー応用研究促進協会システム・イノベーション研究所(FhG-ISI)、オーストリア技術研究所(AIT)	将来需要に焦点を当てた検討(需要指向)を行い、将来トレンドを予測した。今後、社会的課題と科学技術の関連付けを行う。

◇第1サイクル終了後の2年間:政策展開のための期間(この間に、導出された新しい学際領域についての発展的議論を実施)

◇その後の展開:

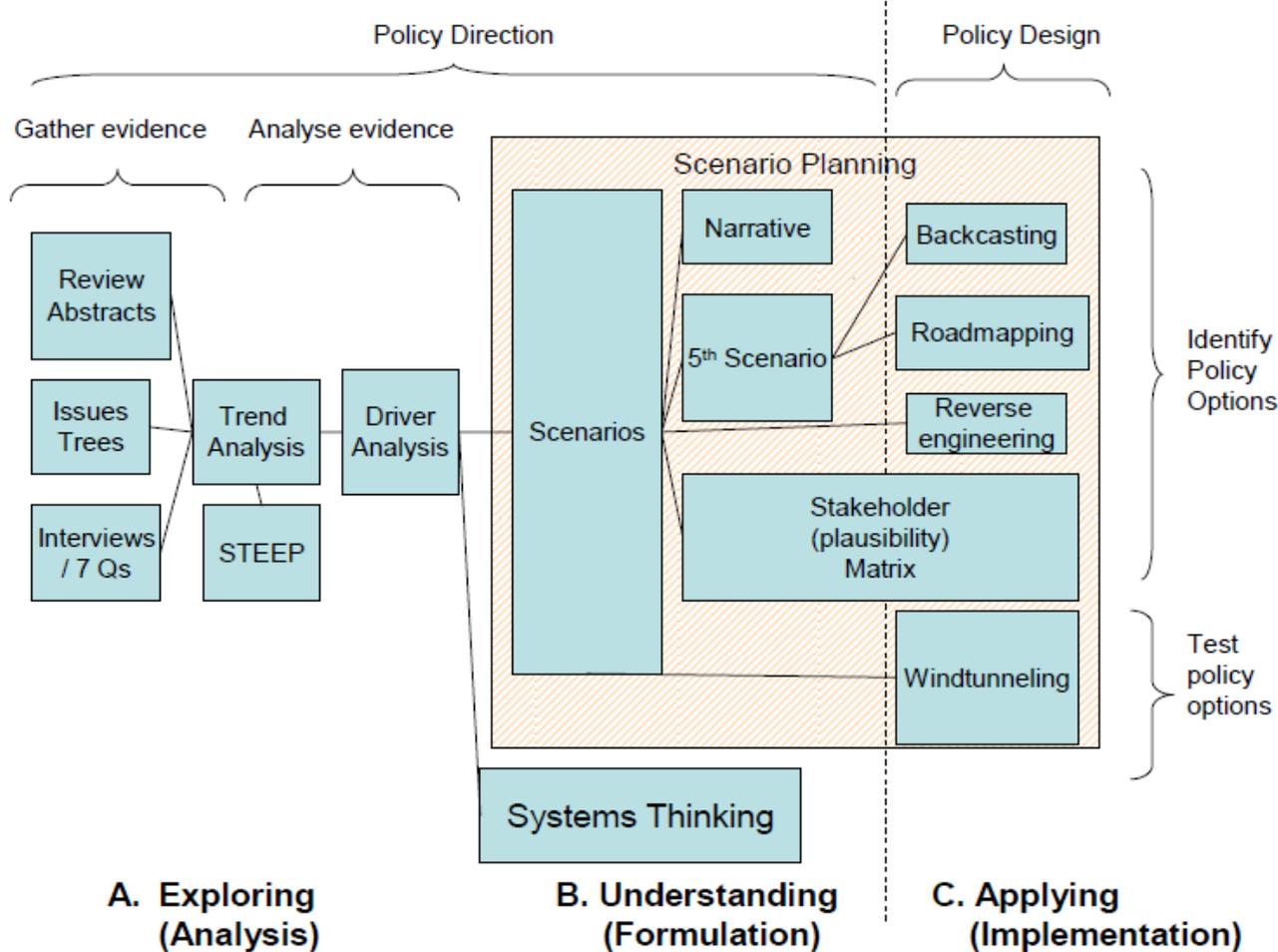
- ・「人間と技術の協調」分野:BMBF内に「人口構造変化:人間と技術のインタラクション」部署を設置
- ・「プロダクション・コンサンプション2.0」分野:関係他省を含めた議論が行われ、間接的寄与に留まるものの、国全体の指針「ハイテク戦略2020」で挙げられた将来プロジェクトの一つである「インダストリー4.0」の議論に発展

ドイツにおける議論(2)

- ◇第1サイクルで、まず「ハイテク戦略」や連邦教育研究省のポートフォリオ等を参考に14分野を設定し、ワークショップにおいて研究トピックを検討
- ◇異なる分野が交わるところで起こり得る長期的研究課題の議論により、学際的な研究トピックも抽出
- ◇文献調査、専門家パネル、インタビュー、アンケート等の既存手法にインベンタースカウト(若手発明者の特定とインタビュー)の試みを加え、研究トピックの現状把握、将来展望、インパクト評価等を行った上で、グルーピングを行い検討
- ◇最終的に、連邦教育研究省がまだ本格的支援に取り組んでいない以下の7つの「新未来分野」を新学際領域として設定

分野	概要	研究領域
人間と技術の協調	人間と技術との複雑な相互作用を展望する。	人間性の再定義、機械のエージェント機能(自律、知性、機械間インタラクション)、人間と技術のチーム(より良い関係)、人間と技術の文化
加齢研究	多要因からなる生涯プロセスとして、若年も含め、老年までの過程を対象とし、生物学的変化、脳神経系の変化、認知、感情、精神活動等を研究する。	老年生物学、機能維持と疾病予防、脳の発達とその可塑性、年齢相応の学習、生涯の各段階に適した製品とサービス、加齢プロセスの測定
持続可能な生活空間	人口推移や気候変動などに対応した生活空間の設計。	柔軟な供給・廃棄システム(インフラ)、ダイナミックな居住概念(気候変動への対応、モジュール化、持続可能でリサイクル可の素材)、ガバナンス(管理・運営形態)
プロダクション・コンサンプション2.0	持続可能な生産と消費のパラダイムの確立。持続可能なマテリアルフローパタンの変革。	マテリアル循環の持続可能な形態、新しいシステム、パラダイム変換
学際モデルとマルチスケールシミュレーション	複雑なシステムとその挙動に対する横断的アプローチとしての統合的シミュレーションの発展。	バーチャルラボラトリ、社会-生物-認知-情報-技術のシステム連結、人体の総合モデル化、学際モデル
時間研究	「時間」を理解し、管理する。(時間に依存する技術、クリティカルな時間軸を持つプロセス)	超精密時間管理、4Dイメージング、時間生物学、プロセスの効率性(同期、並列化)
持続可能なエネルギー問題解決	エネルギー調和(持続可能なエネルギーのための多様な研究の調整)、環境からのマイクロエネルギー利用(エネルギーハーベスティング)	

英国におけるシナリオ作成への流れ



英国ではまずエビデンスを収集し、動向や加速要因を分析し、シナリオを作成する。その時にバックキャストやロードマップを作成して政策オプションを検討し、一部は政策オプションを先行してテスト(風洞実験的に)を行う。

社会課題の検討の手法のまとめ

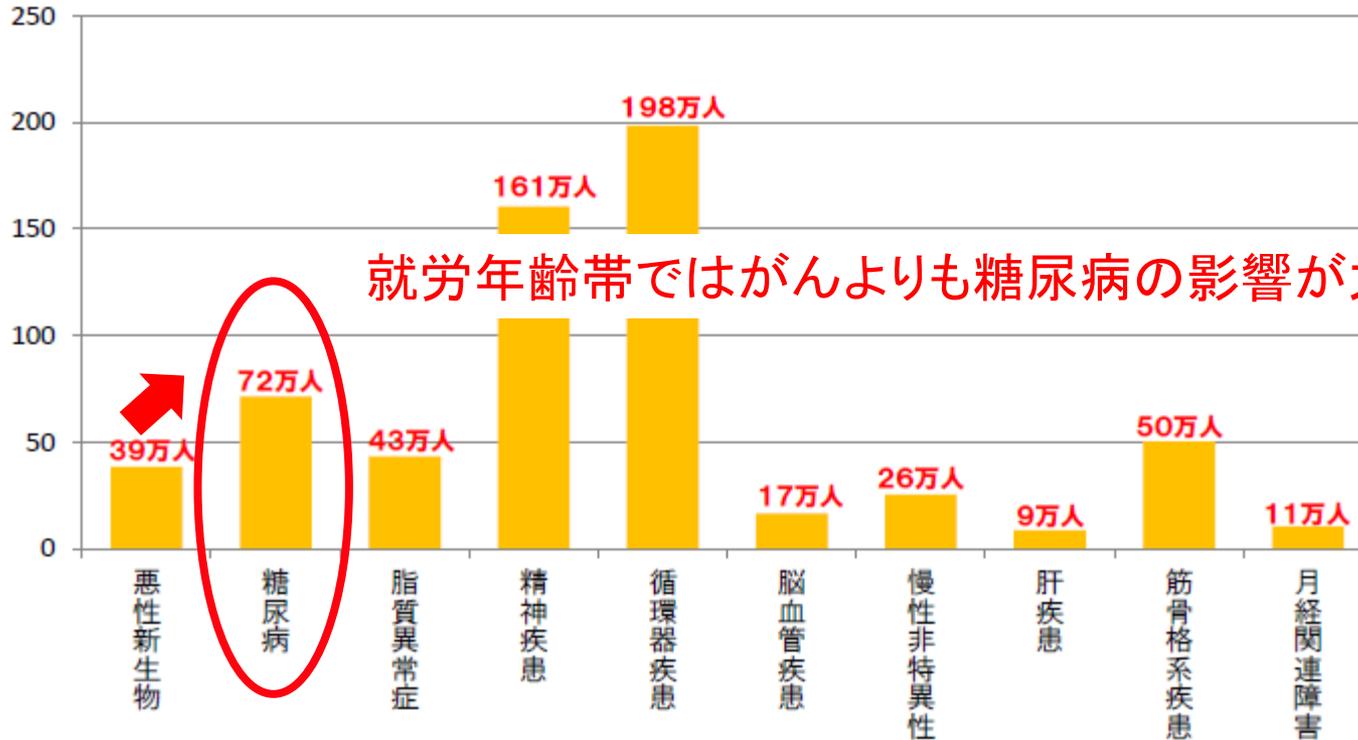
- ・社会課題の検討に、従来は技術を中心とした専門家委員会による審議を行って来た。
- ・しかし現在では、海外においても多様なステークホルダーが集まり、一つの場で社会課題について議論を行い、シナリオを作成してバックキャストिंगを行ったり、技術マップを策定して政策オプションを検討するワークショップ形式に変化してきている。
- ・その背景にはイノベーションモデルの変化があり、技術シーズを起点としてイノベーションに一義的な方向性で進んで行くリニアモデルから、コンセプトをインテグレーションして実現することに主眼を置くシステムインテグレーションモデルに大きく変化したことも挙げられる。
- ・ワークショップにおいては、多様なステークホルダーによる多面的な議論を期待するとともに、いかに次世代の社会課題解決に貢献するか、構成的、システムインテグレーション的な議論、システムシンキング的な議論の導出が重要である。

シナリオプランニングへの展開の先行事例
(※今年度、SciREX事業の一環として試行的に実施)

「健康長寿社会の実現に向けた疾病の予知・予防・
診断・治療技術の俯瞰と産業連関分析への展開」
～糖尿病を事例として～

なぜ糖尿病に着目するのか(1)

主な疾病に罹患している労働者の総患者数(平成20年度)



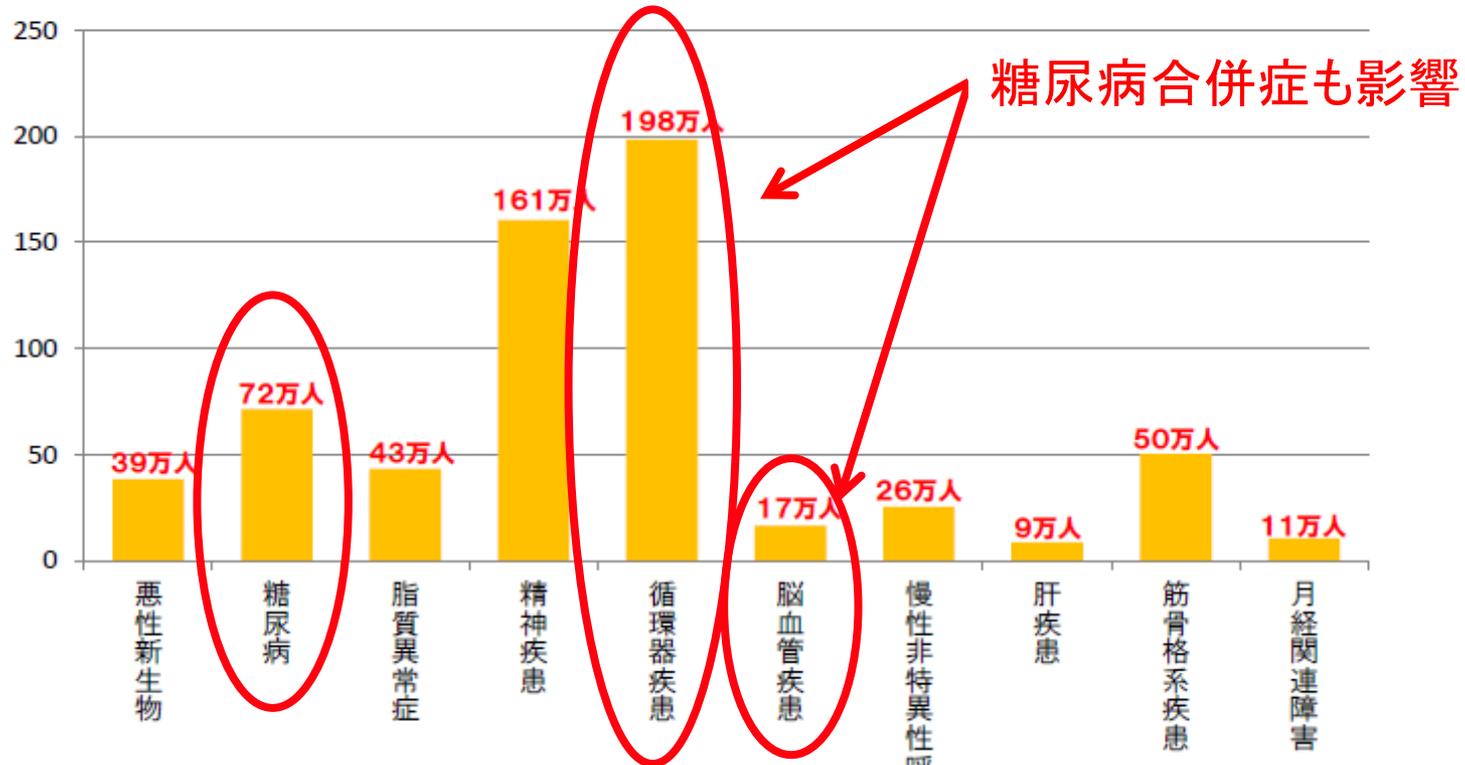
就労年齢帯ではがんよりも糖尿病の影響が大きい

「精神疾患」…気分障害、ストレス関連障害、睡眠障害等
 「循環器疾患」…高血圧、虚血性心疾患
 「脳血管疾患」…脳梗塞、クモ膜下出血、脳内出血
 「慢性非特異性呼吸器疾患」…慢性閉塞性肺疾患、喘息
 「肝疾患」…肝硬変、肝障害
 「筋骨格系疾患」…頸腕症候群、腰痛症、関節症、椎間板症
 「月経関連障害」…月経障害、閉経期周辺障害

<総患者数>
 厚生労働省「平成20年度患者調査」
 <労働人口>
 年齢階級別総患者数(15~64歳)×年齢階級別労働人口比率(15~64歳)
 <年齢階級別労働人口比率>
 総務省「年齢階級別労働力人口比率(平成20年度)」

なぜ糖尿病に着目するのか(2)

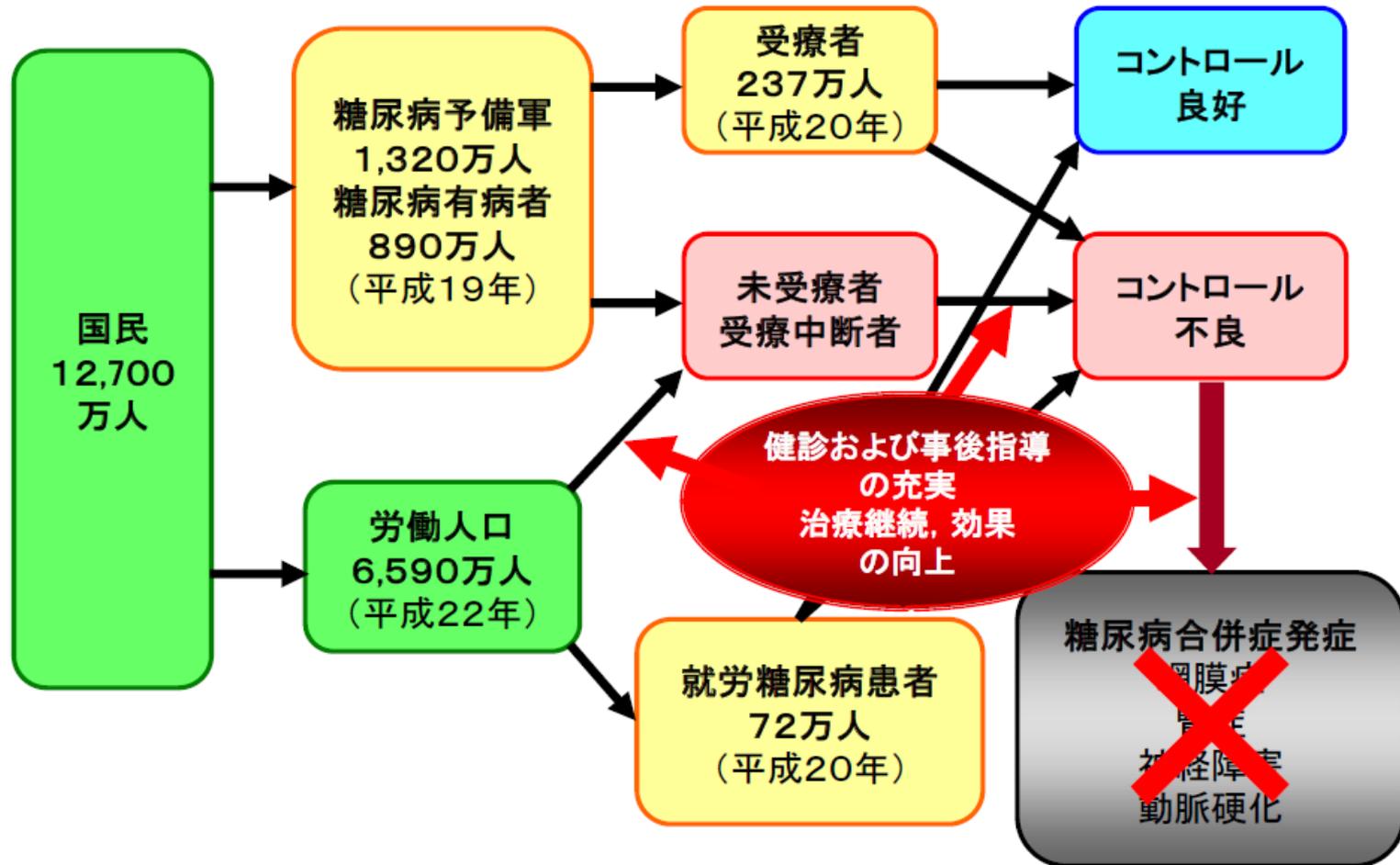
主な疾病に罹患している労働者の総患者数(平成20年度)



「精神疾患」…気分障害、ストレス関連障害、睡眠障害等
 「循環器疾患」…高血圧、虚血性心疾患
 「脳血管疾患」…脳梗塞、クモ膜下出血、脳内出血
 「慢性非特異性呼吸器疾患」…慢性閉塞性肺疾患、喘息
 「肝疾患」…肝硬変、肝障害
 「筋骨格系疾患」…強直性脊椎炎、腰痛症、関節症、椎間板症
 「月経関連障害」…月経障害、閉経期周辺障害

<総患者数>
 厚生労働省「平成20年度患者調査」
 <労働人口>
 年齢階級別総患者数(15～64歳) × 年齢階級別労働人口比率(15～64歳)
 <年齢階級別労働人口比率>
 総務省「年齢階級別労働力人口比率(平成20年度)」

糖尿病の労働への影響



糖尿病は死には至らないが、実質的な労働人口を減少させる要因となる。経済的なインパクト、医療費インパクトが大きい。

糖尿病の科学技術イノベーションシナリオ展開の意義

- ・少子高齢化社会が進行する中で、高齢者の問題がクローズアップされており、がんは年齢の上昇とともに死因の主要な地位を占め、その対策は重要である。
- ・一方死亡数の年齢別推移を見た場合、死亡数の上昇は、就労年齢を超えた領域に多く、就労年齢帯（15歳～64歳）では過去50年間に大きな変化はない。
- ・就労年齢帯においてもさらなる死亡率の低下が求められるが、同年齢帯での罹患疾病は精神疾患を除けば循環器疾患と糖尿病が多い。
- ・また、糖尿病の合併症は血管系に関連する疾病が多いため、糖尿病単独での影響のみならず、循環器疾患、脳血管疾患にも影響が及ぶ。
- ・従って、経済活動に最も影響を及ぼす就労年齢帯の疾病として糖尿病の影響を把握する必要がある。

糖尿病の社会課題の整理とシナリオ検討の概要

糖尿病に関する医療技術、サービスの整理

糖尿病の発症機構や診断・治療の現状に関する
報告書や論文の分析(～As-Is)
ー治療ガイドライン、作用機序別の薬剤の整理等

現在実際に導入されている医療技術・サービスについて、
医療現場から情報収集・分析
ー飯塚病院((株)麻生)へインタビュー(2013年5月31日)
ーレセプトデータ・電子カルテに基づく患者毎の
クリニカルパス、病態遷移、医療費の調査

糖尿病の予知・予防・治療に関する研究開発動向の分析
ー基礎医学・臨床医学系研究者によるワークショップに
おいて最新情報を収集・分析
ー治療薬については治験情報も収集

糖尿病に関する健康サービスの整理

食事・運動指導に関わるサービス等

ー健診や健康機器の関係者等へインタビュー(健康日本
21関係者、(独)国立健康・栄養研究所、保健師、管理
養士、メーカーの機器開発者等を想定)
ーワークショップにおいて最新情報を収集・分析

将来人口に関する
調査

技術シナリオ作成

ー技術の柱
罹患リスク診断
早期診断
医薬品・医療機器
再生医療
生活習慣改善のため
の健康教育に資する
ICT等
ー技術の構造化

人口構造変化の
シミュレーション

技術の変移による
クリニカルパスの変化

病態遷移率の変化

糖尿病の患者数分布の変化

我が国の健康人口の変化

経済社会構造変化の
シミュレーション

- ✓ 技術シナリオ中の技術に関わるR&D
投資の算出
- ✓ 医療技術に関わる財やサービスの流れ
の分析(I/O表の作成)
- ✓ R&D支出と産業連関体系の分析
- ✓ 知的知識サービスと産業連関分析
知的知識のストック

知的知識の資本サービス

医療サービス

クリニカルパスへの影響

技術俯瞰・シナリオ検討のためのワークショップの実施

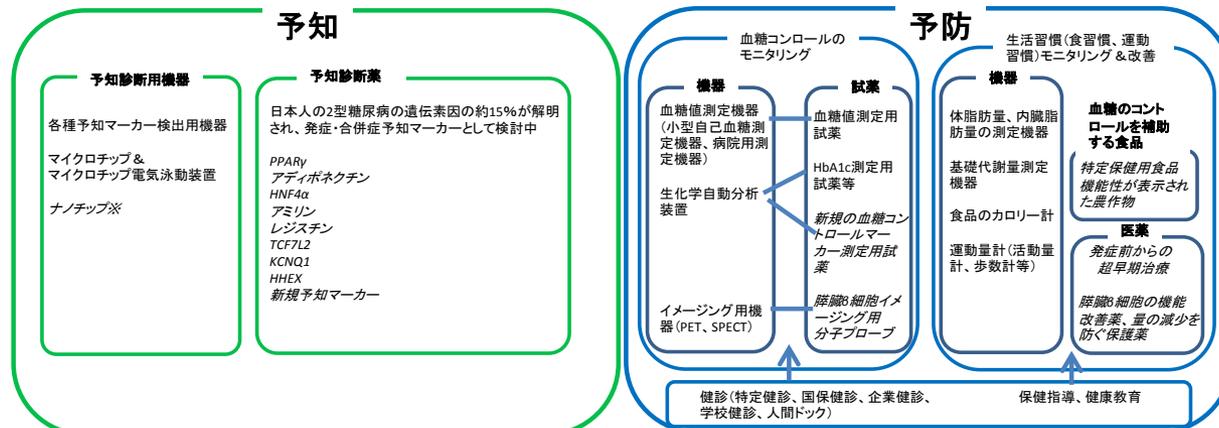
糖尿病学会、糖尿病協会のトップクラスの専門家他を集め、ワークショップを開催

- 開催日時・場所:平成25年10月22日13時30分～16時30分、科学技術・学術政策研究所会議室
- 外部専門家(敬称略)10名
清野裕(関西電力病院長)、植木浩二郎(東京大学医学部附属病院糖尿病・代謝内科科長)、
稲垣暢也(京都大学大学院医学研究科糖尿病・栄養内科学教授)、川口義弥(京都大学iPS細胞
研究所臨床応用研究部門教授)、津下一代(あいち健康の森健康科学総合センター長)、
金谷泰宏(国立保健医療科学院健康危機管理研究部長)、武村真治(国立保健医療科学院健康
危機管理研究部 上席主任研究官)、野田光彦(国立国際医療研究センター糖尿病研究連携部長)、
後藤温(国立国際医療研究センター糖尿病研究センター上級研究員)、覚道崇文(経済産業省商務
情報政策局ヘルスケア産業課医療・福祉機器産業室長)
- 上記の外部専門家他、科学技術・学術政策局企画評価課長、JST/CRDSのSciREX担当者、
飯塚病院のスタッフら、計50名が参加。
- 作業内容
糖尿病に関わる既存技術の整理と新技術の俯瞰
研究開発・実用化における課題の抽出と課題解決のための方策の検討
- アウトプット
技術マップ、糖尿病に関わる研究開発・実用化での課題とその解決に向けた方策のリスト(日米欧の
報告書で取り上げられた課題の整理、本ワークショップでの課題抽出と解決に向けた方策の提案)

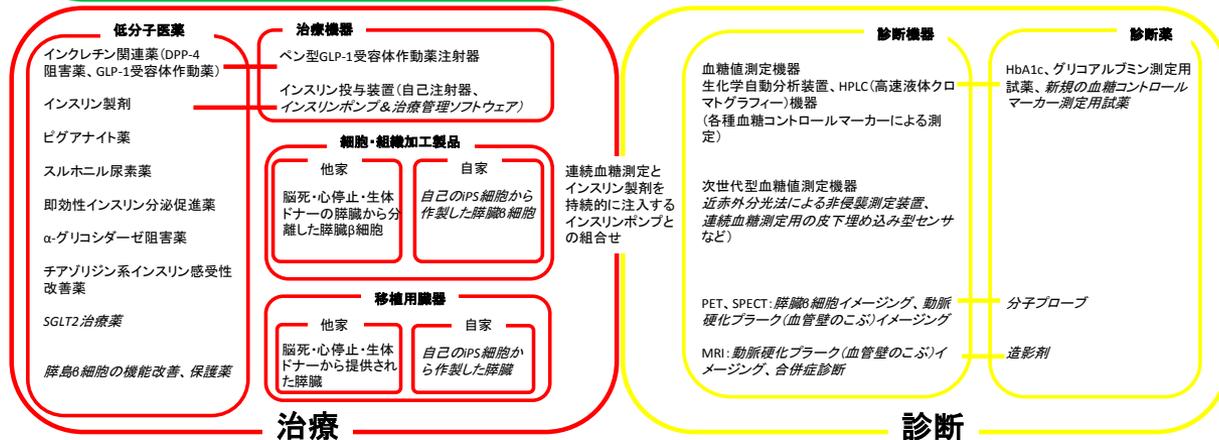
2型糖尿病に関する新技術の俯瞰 - 技術マップの作成 -

領域横断的・基盤的な観点から

医療情報、
疫学の
観点から



細胞・臓器
移植の観点
から

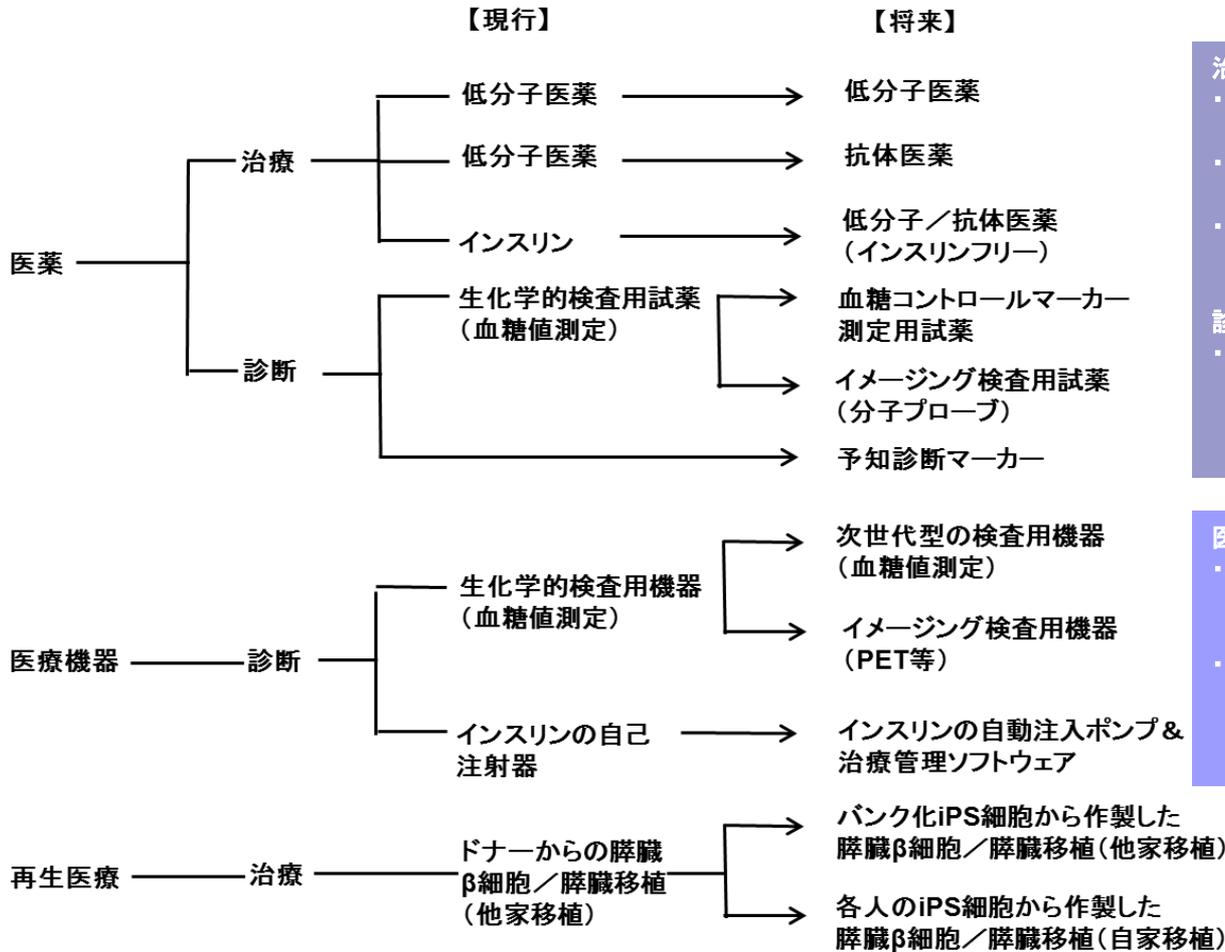


医薬の
観点から

食事・運動療法
の観点から

医療機器の
観点から

糖尿病治療の複数シナリオの検討



治療薬のシナリオでは、

- ・低分子医薬間の変化では、医療の観点からも、産業波及のインパクトから大きくはない。
- ・低分子医薬から抗体医薬に関しては、産業波及インパクトは大きい。
- ・インスリンから低分子/抗体医薬への変化は、患者のQOLの観点からも、産業波及に関してもインパクトは大きい。

診断薬のシナリオでは、

- ・イメージング検査用試薬や予知診断マーカーは初期段階の患者の捕捉につながることから、医療の観点からも産業波及の点からもインパクトが大きい。

医療機器のシナリオでは、

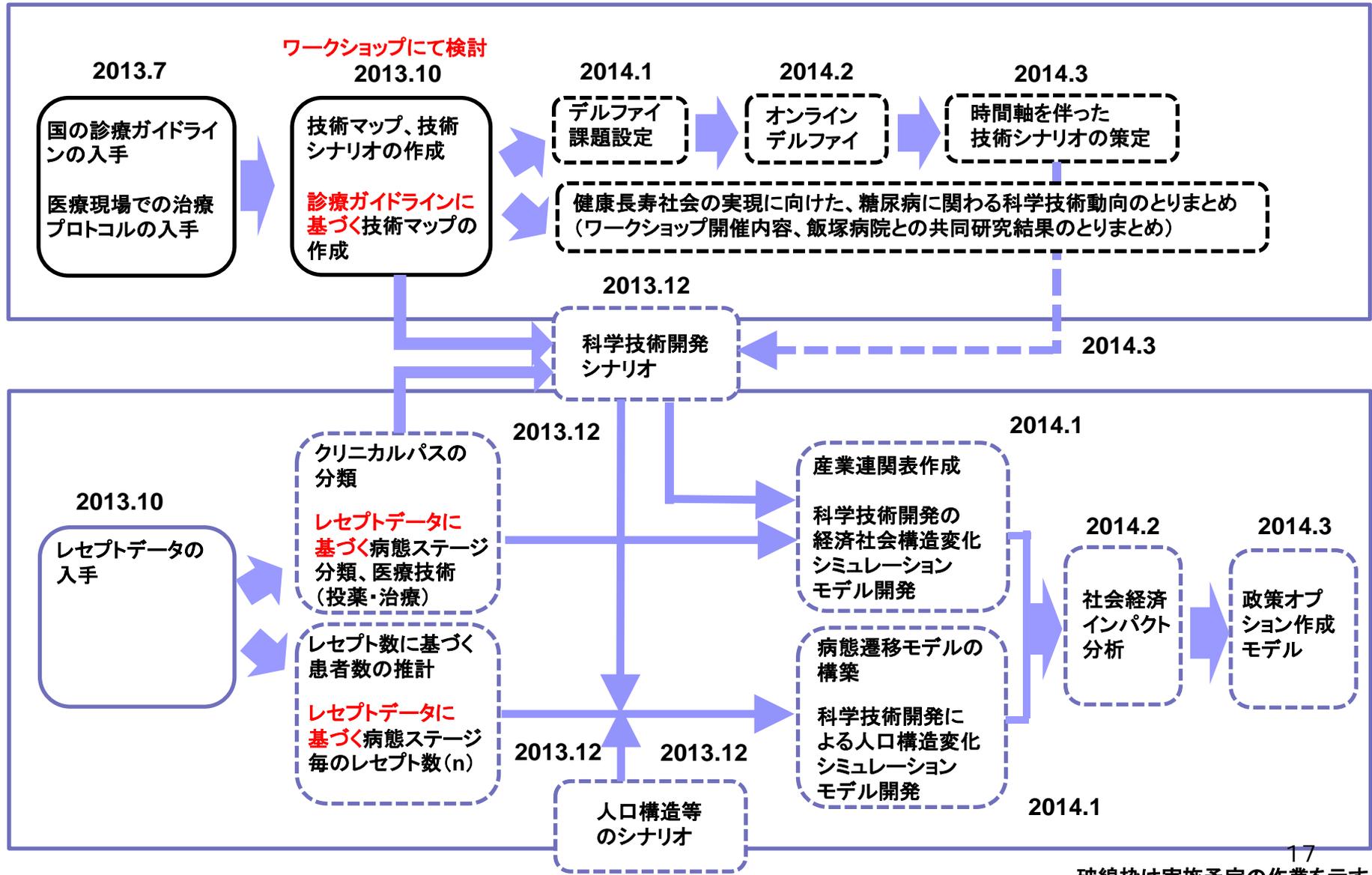
- ・非侵襲な血糖値測定器、イメージング検査用機器等は、使用の簡便さ等から医療、産業波及のいずれも大きいと考えられる
- ・インスリンの自動注入ポンプ、治療管理ソフトウェアは、医療的には現状からの変化は少ないが、医療サービス等の産業波及の点ではインパクトがある。

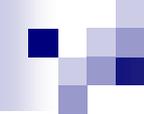
再生医療のシナリオでは、

- ・iPS細胞から作製した膵臓β細胞移植による治療は、唯一完治が望める治療法であり、また、点滴等でも治療可能なことから、医療上も産業波及でも非常にインパクトが大きい。

この複数のシナリオの中で**治療インパクト、産業波及が大きいシナリオは、予知診断マーカー、イメージング検査用機器、再生医療**である。

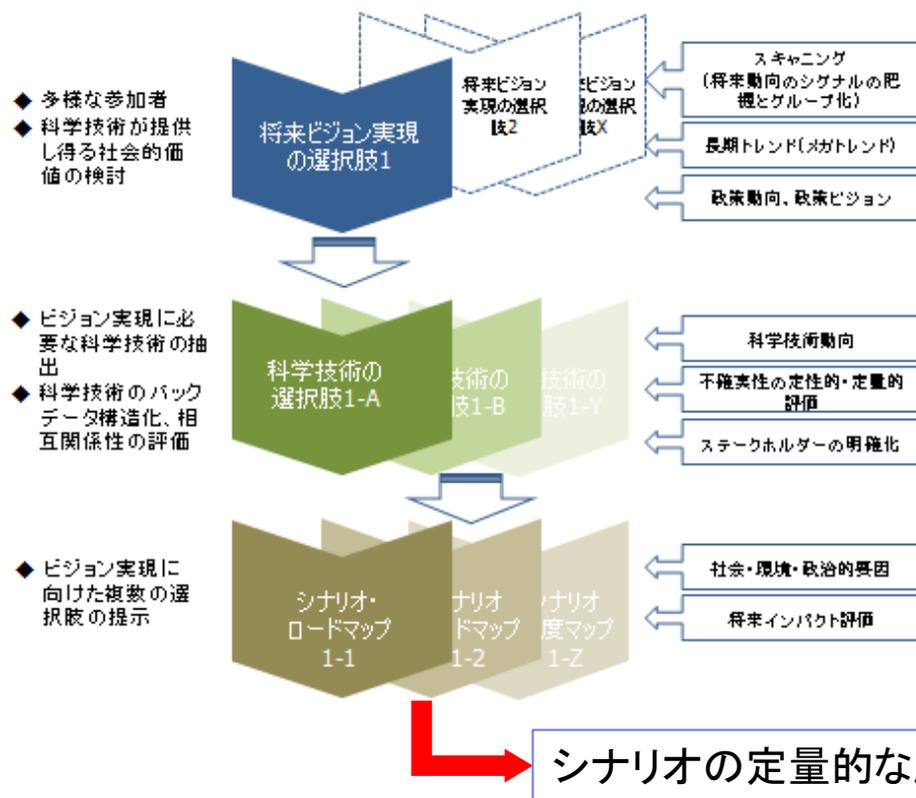
糖尿病のシナリオプランニング、分析の流れ





新たに行う社会課題解決に向けた 科学技術シナリオプランニング

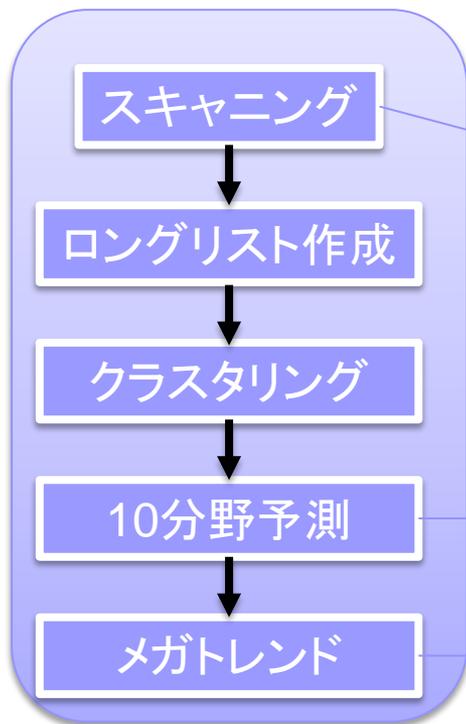
新たな科学技術イノベーションシナリオ作成の流れ (2013年～2015年)



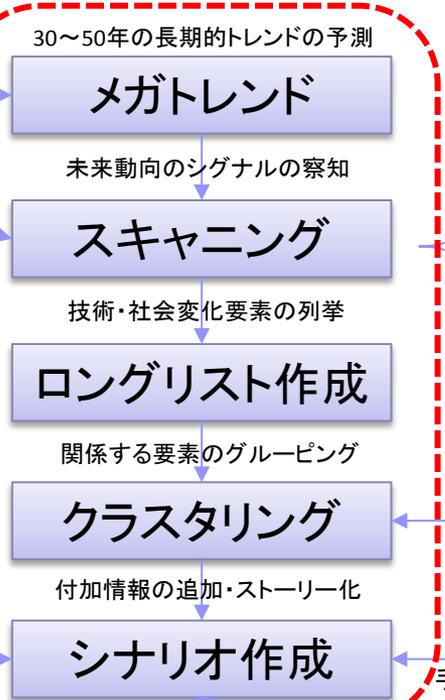
最初に社会課題を抽出、それが解決されたあるべき姿(ビジョン)を検討

⇒ その際に必ず起こる変化、起きるであろう変化(社会,技術)を考慮、シナリオを複数提示

⇒ 当該シナリオの定量的展開を専門家集団(専門家ネットワーク及び、より専門性の高い学会)に問いかけ



①事前調査

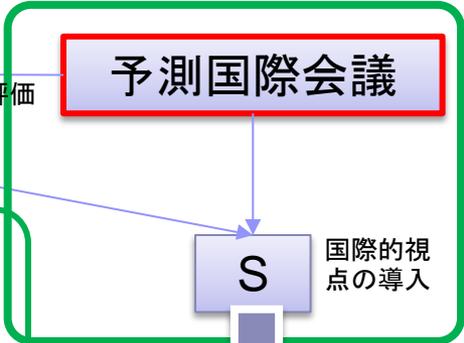


スキャンニングマテリアル

- 過去の予測調査における課題群
- 米国スキャンニング情報
- UK Foresight Scanning Shell, Deutsche Post, 2012 State of the Future etc...

イノベーション総合戦略・政府ビジョン

政策重点分野



シナリオ = 複数の技術・社会変化要素を纏め、整合性を図ったもの。課題解決に向けた選択枝として機能



- テーマ(シナリオのオプション)ごとにワークショップを開催し、深掘りした議論を通じ
- 社会像の敷衍
 - 技術重点課題の列挙
 - ステークホルダーの関与
 - ロードマッピング
- 等を行う

②WSまとめ



社会課題と将来ビジョン、シナリオ

※H25年度作成

Webデルファイシステム

③H25
まとめ

中間レポート

情報提供

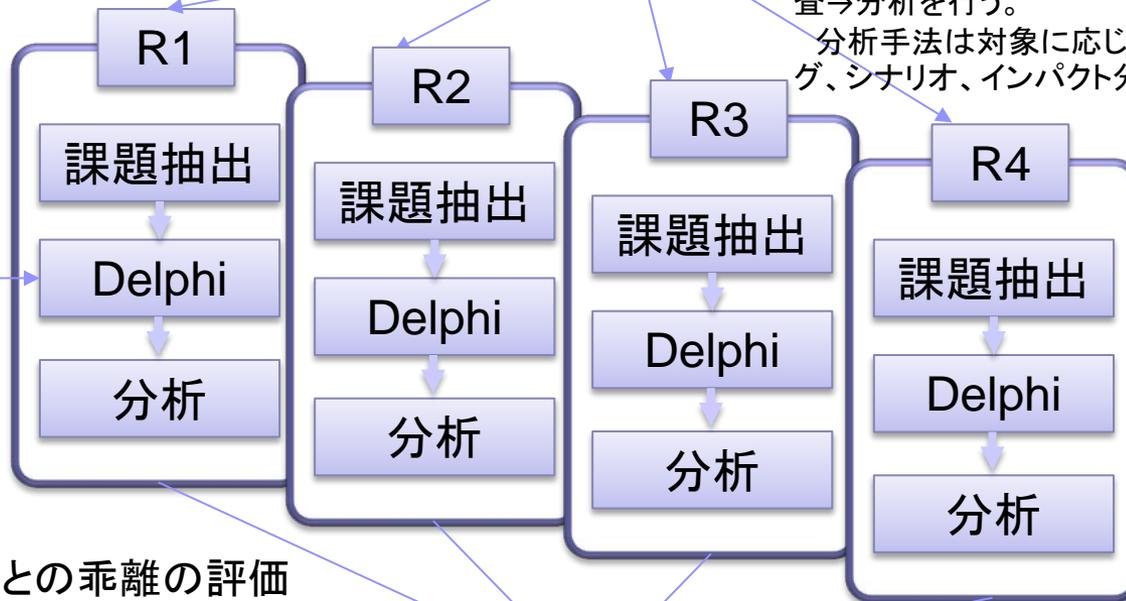
↑H25

複数シナリオの重要性評価

↓H26

※ 重点分野を選択し、課題抽出→デルファイ調査→分析を行う。

分析手法は対象に応じて選定(ロードマッピング、シナリオ、インパクト分析等)



- ・あるべき姿の実現年との乖離の評価
- ・複数シナリオ間の比較評価
- ・加速プロジェクトの必要性の評価
- ・ボトルネック技術の抽出

等

まとめ

1. 社会課題の解決を目指す、ビジョン・オリエンテッドで、バックキャストिंगの要素も付加した科学技術イノベーションのシナリオプランニングの検討を実施。
2. 先行事例として「予知予防による健康長寿社会の実現」をテーマに検討を行い、糖尿病を具体事例として多面的な検討を実施。
3. 産業連関分析を用いて経済波及効果の検討も行い、人口動態の変化と産業へのインパクトについても並行して検討。
4. 2013年度は糖尿病について先行検討を行うとともに、社会課題とビジョンの検討を行うワークショップを開催。
5. 2014年3月までに10件程度のビジョンを検討し、技術マップの作成と複数のシナリオ作成を行う。この検討は、スキャンングマテリアルを複数のデータベースから抽出して実施。
6. ビジョン、シナリオレベルで次期基本計画の検討に資する情報を提供するとともに、2014年度に専門家ネットワーク、学会に対してシナリオ選択、デルファイ調査を含む広範な調査を実施し、優先度の高い内容から逐次インプットを行っていく予定。