

ロボティックス Robotics

第1回: ロボット工学概論

先端工学基礎課程講義

小泉 憲裕

講師紹介

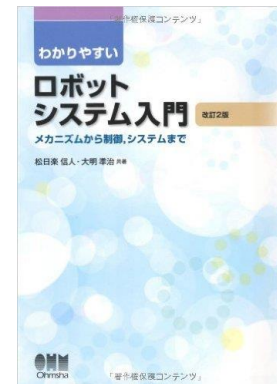
科目基礎情報

科目基礎情報/General Information			
授業科目名 /Course title (Japanese)	ロボティックス		
英文授業科目名 /Course title (English)	Robotics		
開講年度 /Academic year	2018年度	開講年次 /Year offered	4
開講学期 /Semester(s) offered	前学期	開講コース・課程 /Faculty offering the course	情報理工学部
授業の方法 /Teaching method	講義	単位数 /Credits	2
科目区分 /Category	専門科目		
開講学科・専攻 /Cluster/Department	先端工学基礎課程		
担当教員名 /Lecturer(s)	小泉 憲裕		
居室 /Office	東4-624		
公開E-Mail /e-mail	nkoizumi@uec.ac.jp		
授業関連Webページ /Course website	http://www.medigit.mi.uec.ac.jp/lect_robotics.html		
更新日 /Last updated	2018/03/13 21:59:15	更新状況 /Update status	公開中 /now open to public

講義情報

講義情報/Course Description

主題および 達成目標 /Topic and goals	ロボットは多自由度動作機構、アクチュエータ、センサ、ならびに制御用コンピュータ等が統合された高度メカトロニクスシステムである。このため、その基盤となる工学技術は機械工学、制御工学、センサ工学、情報工学などきわめて広範囲に渡る。本講義では、ロボット工学の主題であるロボット・マニピュレータの運動学とその制御、ロボットの知能化等を重点的にとりあげ、ロボット工学の本質的部分について理解することを目標とする。
前もって履修 しておくべき科目 /Prerequisites	基礎物理(剛体力学)、ベクトルと行列第一、ベクトルと行列第二
前もって履修しておく ことが望ましい科目 /Recommended prerequisites and preparation	メカトロニクス、制御工学
教科書等 /Course textbooks and materials	ロボット制御入門:川村貞夫著(Ohmsha)、ロボットシステム入門:松日楽信人、大明準治著(ohmsha)、人工知能と社会:2025年の未来予想,栗原 聡,長井隆行,小泉憲裕,内海 彰,坂本真樹,久野美和子著(Ohmsha)



数学的基礎知識

前もって履修しておくべき科目

1. 基礎物理(剛体力学)
2. ベクトルと行列第一
3. ベクトルと行列第二

微分方程式と線形代数

前もって履修しておくことが望ましい科目

1. メカトロニクス
2. 制御工学

講義情報

授業内容と
その進め方
/Course outline and weekly
schedule

【授業内容とその進め方】

(a) 授業項目

第1回 ロボット工学概論

ロボットの歴史、定義、基本構成と分類

数学基礎知識

第2回 マニピュレータの基礎

構造と分類、機構表現

第3回 センサとアクチュエータ

第4回 座標変換

平行、回転変換、同次変換、マニピュレータの座標系の設定

第5回 順運動学と逆運動学

第6回 ヤコビ行列と静力学

第7回 順動力学と逆動力学

第8回 中間試験とその解説

第9回 フィードバック制御とその安定性

第10回 位置制御(PTP制御とCP制御)

第11回 力制御(インピーダンス制御)

第12回 マスタ・スレーブ制御

第13回 遠隔操作と自律制御

第14回 複数マニピュレータの協調制御

第15回 期末試験とその解説

(b) 授業の進め方:

PPTを用いて内容を解説したあと、演習課題を解いてもらう。また、必要に応じて宿題を課すことがある。

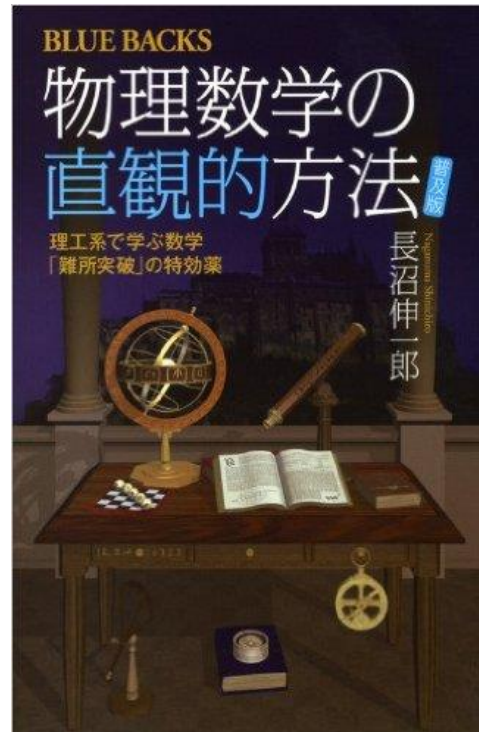
講義情報

授業時間外の学習 (予習・復習等) /Preparation and review outside class	事前に下記のサーバーに講義用のPPTをアップしているのので、それを印刷して授業に持ってくる。また、授業に対する理解度を高めるために、PPT資料を用いて予習・復習することが望ましい。さらに、必要とされる数学知識を復習することも大事である。 http://www.medigit.mi.uec.ac.jp/lect_robotics.html
成績評価方法 および評価基準 (最低達成基準を含む) /Evaluation and grading	(a) 評価方法: 演習・中間試験・期末試験の結果を、次のように総合評価する。成績評価 演習 20% 中間試験 40% 期末試験 40% (b) 評価基準: 以下の到達レベルをもって最低達成基準とする。1) 位置と姿勢の座標系による表現と座標系間の変換方法の理解 2) 順運動学および逆運動学の概念と逆運動学の解の導出方法の理解 3) ヤコビ行列の意味と応用方法の理解 4) 順動力学と逆動力学の概念と逆動力学の解の導出方法の理解 5) 位置制御の基本的な考え方の理解 6) 力制御の基本的な考え方の理解
オフィスアワー: 授業相談 /Office hours	金曜日 16:15～17:45 その他の時間帯: メールによる予約
学生へのメッセージ /Message for students	本講義内容はロボット工学のエッセンスというべきものですが、一般の多自由度メカトロニクスシステムの解析、設計、ならびに制御においても幅広く展開可能な基盤的知識になります。なぜ(Why)、そのように(How)発想するのか? 原理・原則・定義として全体を貫くモノの見方(その道の専門家の世界観)や考え方(概念やコンセプト)(これこそが出来事や物事における問題の本質をなすもので、ほかの問題に対しても応用が効き、真に学ぶに値するべきものであろう)は何なのか? をとことん突き詰め、深掘りして粘り強く考えぬくことこそが最も重要です。
その他 /Others	特になし
キーワード /Keyword(s)	マニピュレータ、運動学、ヤコビアン、動力学、位置制御、力制御、マスタ・スレーブ制御、自律制御、協調制御

講義情報

オフィスアワー：
授業相談

金曜日 16:15～17:45
その他の時間帯：メールによる予約



ロボット工学概論

ロボットの歴史と定義、基本構成と分類、数学基礎知識

メカトロニクスとは

語源

Mechatronics

Mechanics
+
Electronics

メカトロニクスとは

定義

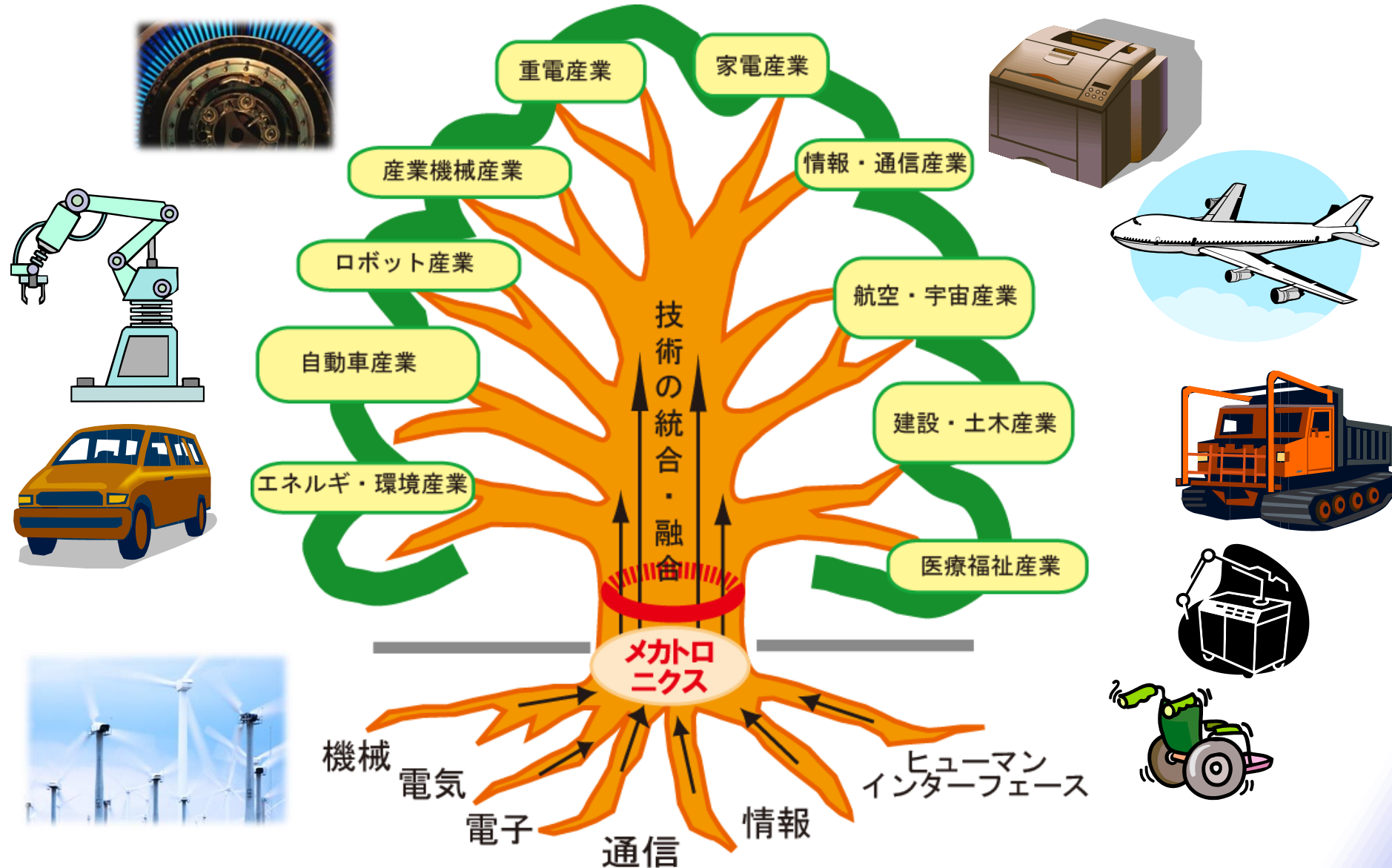


機械と電子の一体化技術



単なる結合ではなく、融合しながら最適化を図る

メカトロニクスとは



ロボットとは

語源

チェコの戯曲『ロツサム万能ロボット会社R.U.R』(カレル・チャペック, 1921年)

人造人間をあらわす **Robota** が語源。人間を労働から解放するためのロボットが人間に対して反逆を抱く。

なぜ、ロボットなのか？

少子化であればこそ、子供の教育にもっと投資を

従来は、勤労世代が高齢者を支えるという考え方



発想を転換し、

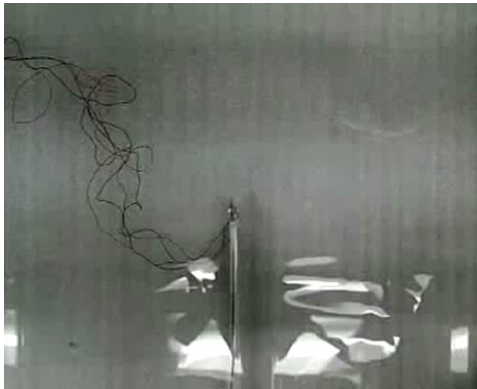
子どもを大人が支えると考えれば、子どもを支える大人は増加



ロボットとは

定義

センサ，知能・制御系，駆動系を
有する知能化した高度・先端メカト
ロニクス



<http://www.davincisurgery.com/>

ロボットとは

ロボットと一般のメカトロニクス機器との区別

- (1) 高い汎用性。
- (2) 多関節／多自由度の構造。
- (3) 生体機能を代替。
- (4) ヒト／生物に形状／機能が類似。

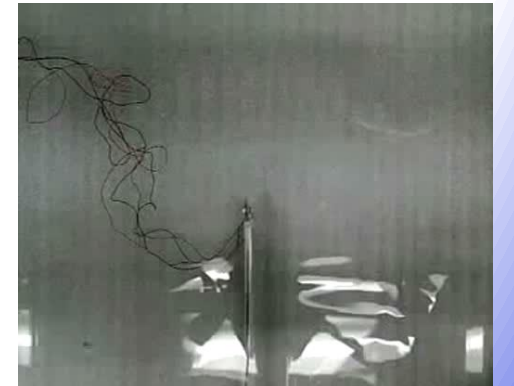
高度・先端
メカトロニクス



www.honda.co.jp/ASIMO/



<http://www.davincisurgery.com/>



ロボットとは

ロボット工学の3原則



www.honda.co.jp/ASIMO/



<http://www.asahi.com/articles/photo/AS20150620001627.html>

ロボットの役割

ロボットの3つの役割

- 人の役に立つ

小子高齢社会、環境資源問題への解

- 人を知る

社会、人、生物を構成論的に知る

- 人を元気づける

若者の理科離れ

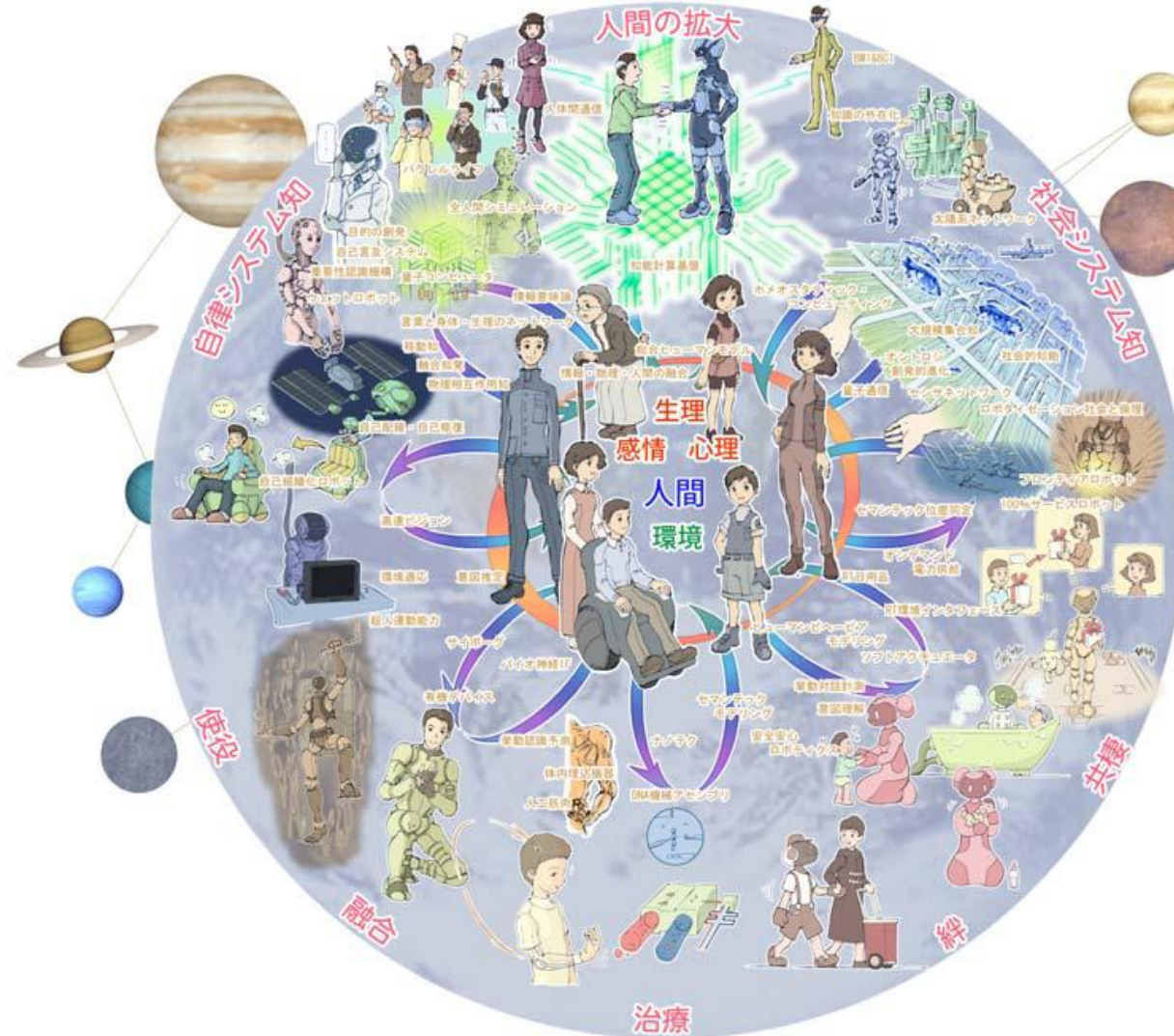


人+ロボット（RT労働人、RT召使い、RT執事、
RT友人、RTペット）＝ 総人口を増やす、総資源を減らす



人間を王様に、その他をロボットとRTで実現

ロボット活用社会



未来投資戦略2017

成長戦略による変革後の生活・現場 (Society 5.0)

～革新的技術を活かして一人一人のニーズに合わせたサービス提供による社会課題の解決と成長のフロンティア～

お年寄りがいる家族では・・・

高齢者・家族

新しい
医療介護
システム

市街地から離れた実家に暮らす
高齢の父親は、遠隔診療により、
かつての週に1回から今では月に1回へと
通院負担が軽減され、データ・AIを活用した
かかりつけ医による診療を無理なく受けられる。

要介護状態の母親は、データ・AIを活用した
最適なケアプランにより、要介護度が改善し、
自宅で過ごす時間が増え、回らんを
楽しんでいる。



高齢者・家族

鉄道や路線バスが廃線となり、
仲間との囲碁の会や買い物・通院に
車を使用していた高齢者が、心配する
家族から運転を控えるよう勧められていた。
県道を走る自動走行バスと道の駅からの
移動サービスが導入され、住み慣れた
土地で、家族に心配をかけずに暮らし、
外出も続けられている。

生活の足
の不足

移動革命
の実現



医師が頑張る現場では・・・

新しい
医療介護
システム

医療現場

医師は、これまでバラバラだった
患者の健診・治療・介護記録を、
本人同意の下、確認。初診時や
救急時に個人に最適な治療が
いつでもどこでも可能に。

昼夜にまたがる
途切れない仕事



未来投資戦略2017

忙しかった現場では...

移動革命
の実現

物流現場

過密な
スケジュール
による負担



eコマースの進展に伴い、
物品取引が飛躍的に増大して、
ドライバー不足と長時間労働に直面。
しかし、一人のドライバーが行うトラックの
隊列走行によって大量の貨物が輸送可能、
ドローンを活用した個別配送が一般化すること
によって、大きな負担なく物流事業が継続でき、
消費者ニーズに沿った新たな配送サービスが
日々生み出されている。

建設現場

休日までの
労働負担

快適な
インフラ



これまで習得するのに何年も
かかったノウハウも、ICT建機により短期間で
身に付けられるようになる。週末返上で
とりかかっていた工事でも、熟練工の
長時間労働にしわ寄せせずに、土日の休日
をきちんと確保することが可能に。

介護現場

昼夜にまたがる
途切れない仕事

新しい
医療介護
システム

ロボット・センサー等の活用により、
夜間の見守りなど職員の厳しい労働環境は
大幅に改善され、その分、専門性を活かして
個々の利用者に最適なケアの
提供が可能に。



新たなチャレンジを
する人たちは...

IT専門人材

スキルアップ
の手段・動機



ITベンダーで販売管理のシステムを
古い言語（COBOL等）で開発していたが、
30歳代半ばで、e-learningで新しい
プログラミング言語（Python等）を習得。
転職先のITユーザー企業で、顧客の好みに
カスタマイズしたサービスを提供できる新たな
システムの開発を先導し、海外のIT人材と
比べても遜色のない給料で
活躍している。

人材力の
抜本強化

若手



小学校でのプログラミングの授業を
きっかけに、10年後の社会で自動走行車や
ロボットが日常生活に溶け込んでいる姿を
自分で設計したいと思い、大学の工学部に進学。
情報工学、機械工学のみならず、経営学など
他分野も専攻した後、ベンチャー企業を創業。
大手企業との共同研究に邁進している。

10

未来投資戦略2017

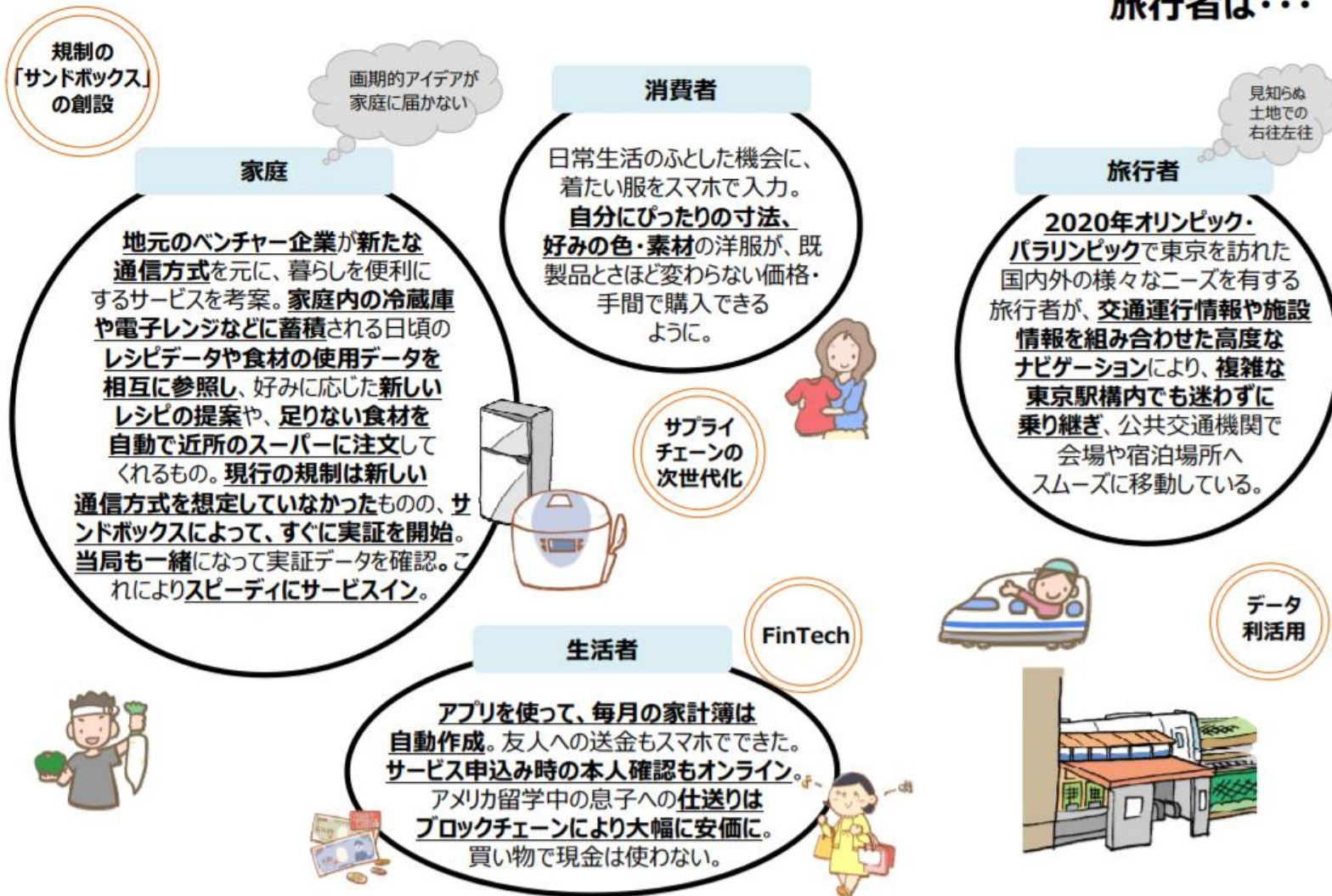
地域で頑張る人たちは...



未来投資戦略2017

毎日の暮らしでは・・・

日本を楽しむ
旅行者は・・・



アベノミクス成長戦略第二ステージの三つの課題

1. 600兆円に向けた、**新たな有望成長市場**の創出・拡大
2. 人口減少社会、人手不足を克服するための**生産性の抜本的向上**
3. 新たな産業構造への転換を支える**人材強化**

官民戦略プロジェクト10

1. **第4次産業革命の実現～IoT・ビッグデータ・AI・ロボット～**
【付加価値創出：30兆円(2020)】
2. **世界最先端の健康立国へ**
【市場規模：16兆円(2011) ⇒ 26兆円(2020)】
3. **環境エネルギー制約の克服と投資拡大**
【エネルギー関連投資：18兆円(2014年度) ⇒ 28兆円(2030年度)】
4. **スポーツの成長産業化**
【市場規模：5.5兆円(2015)⇒15兆円(2025)】
5. **既存住宅流通・リフォーム市場の活性化**
【市場規模：11兆円(2013)⇒20兆円(2025)】
6. **サービス産業の生産性向上**
【付加価値：343兆円(2014)⇒410兆円(2020)】
7. **中堅・中小企業・小規模事業者の革新**
8. **攻めの農林水産業の展開と輸出促進**
【6次産業市場：5.1兆円(2014年度) ⇒ 10兆円(2020年度)】
9. **観光立国の実現**
【外国人旅行消費額：3.5兆円(2015) ⇒ 8兆円(2020)、15兆円(2030)】
10. **官民連携による消費マインド喚起策等**

名目GDP600兆円に向けた成長戦略（「日本再興戦略2016」の概要）

1. 600兆円に向けた「官民戦略プロジェクト10」

1-1：新たな有望成長市場の創出

① 第4次産業革命の実現～IoT・ビッグデータ・AI・ロボット～【付加価値創出：30兆円(2020)】

総合的な司令塔の設置

- 第4次産業革命を推進する政府全体の司令塔として「**第4次産業革命官民会議**」を設置。
(「未来投資に向けた官民対話」の機能を事実上置き換え)
- 同会議の下に、「人工知能技術戦略会議」、「第4次産業革命 人材育成推進会議」、「ロボット革命実現会議」を位置づけ
- 日本として「取るべき」重点分野の特定、「**重点分野別戦略**」の策定、横断的施策（規制改革、研究開発、資金供給、人材育成等）の加速化

新たな規制・制度改革 メカニズムの導入

- 産業革新の将来像に基づき設定した中期目標からバックキャストして、具体的改革を実施する方式の導入（「**目標逆算ロードマップ方式**」）
- 事業者目線での規制・行政コスト削減（**規制改革、行政手続の簡素化、IT化を一体的に進める新たな手法の導入**）

データ利活用プロジェクトの推進、 中堅中小企業への導入支援

**個別化健康サービス、
介護ロボット活用**
- レボット・健診・健康
関連データの活用
- ロボット・センサー活用
介護

**サプライチェーン全体
の在庫ゼロ、
即時オーダーメイド生産**

スマート工場
生産現場のセンサー
データを活用した予
防保全

自動走行
2020年高速道路
での自動走行、3D
地図情報

FinTech
オープンイノベーションを
活用したシステム形成

ドローン
3年以内のドローン
配送実現

- **企業・組織の枠を超えたデータ利活用プラットフォーム**
- **シェアリングエコノミーの推進、サイバーセキュリティ強化等の実施**
- **中堅中小企業向け小型汎用ロボットの導入コスト2割減、中小企業1万社をIT化支援** 等

イノベーションの創出

- 企業から大学・研究法人への**投資3倍増（2025年）**等によるオープンイノベーションの推進
- 国内外のトップ人材を集めた**世界的研究拠点5ヶ所創出**、
- 民間主導の「**地域と世界の架け橋プラットフォーム**」整備
- 人工知能の研究開発・産業化の司令塔設置（人工知能技術戦略会議）等

チャレンジ精神に溢れる 人材の創出

- 初等中等教育での**プログラミング教育の必修化（2020年～）**、**IT活用による習熟度別学習**、高等教育での数理・情報教育の強化、トップレベル情報人材の育成
- 世界最速級の「**日本版高度外国人材グリーンカード**」の創設（高度外国人材の永住権付与の迅速化）
- 「第4次産業革命 人材育成推進会議」の設置等

※第4次産業革命の推進に当たっては、総合科学技術・イノベーション会議におけるSociety5.0の基本方針の検討と連携しつつ進める。

End

ロボットの歴史と定義、基本構成と分類、数学基礎知識

参考文献

1. ロボット分野に関するアカデミック・ロードマップ:
http://www.meti.go.jp/policy/economy/gijutsu_kakushin/kenkyu_kaihatu/19fy-pj/r_1.pdf
2. NEDOロボット白書2014: http://www.nedo.go.jp/library/robot_hakusyo.html
3. 新成長戦略と第4次産業革命(『未来投資戦略2017』、『日本再興戦略2016』、『新産業構造ビジョン』、『医療イノベーションフォーラム』、桑原智隆内閣府企画官(2016年当時)講演資料)
https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/sankou_society5.pdf
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/gdp_2016gaiyou.pdf
<https://www.youtube.com/watch?v=1DcHkJ-fr1A&t>