

建設DXを進めるための 基礎知識

東洋大学 情報連携学部
教授 曾根真理

曾根真理略歴

1988年東京大学 土木工学科卒業

1990年東京大学 土木工学科修了

1990年建設省（現国土交通省入省）

...

1997年フランスENPCへ招聘留学

2009年国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路環境研究室長

2012年国土交通省 国土技術政策総合研究所 国際協力推進室長

(2013年東京大学 都市工学科 博士（工学・論文）)

...

2017年東洋大学情報連携学部教授（専門：不動産・建設分野へのIT導入他）

東洋大学での教育活動に加え、AIを用いたトンネル施工補助、画像処理AIを用いた交通調査、自然言語処理AIを用いた道路点検補助、大都市近郊型IT農業、スマートシティ構想などの共同研究に参加

目次

1-1. DXの流れは止まらない

2-1. DXについて知ろう (BIM/CIMとi-Construction)

2-2. DXの要求水準は異なる。

2-3. 収益だけでは実現できない。

2-4. 点検はDX導入が盛ん

3-1. 実際にDXを行うためには何が必要か？

3-2. DX人材

4. DXで何をするのか

1.DXの流れは止まらない

DXによってITユーザー企業へ変化する
DXの波に遅れてはならない。
DXによって人員不足を解決する

DXによってITユーザー企業へ変化する。

大きく分類すると、
Roughly grouping

ITベンダー企業はITを提供する企業。
IT vendor company

ITユーザー企業はITを使う企業。
IT user company



従来型企业は、DXによってITユーザー企業へ変化する。

DXの目的は何か？

①DXによって社内業務を効率化する？

社内意思決定の効率化（決算、会計、経営戦略など）

ITベンダーからのサービス供給を受け社内用にカスタマイズする。

例：一般的なRPA

②成果物をDXによって高度化する？

i-construction、BIM/CIM

受注にあたってIT企業とJVを行う

例：IT技術を活用した施工・設計・調査業務

③発注者に対してDXシステムを提供する？

専門分野のITベンダー化

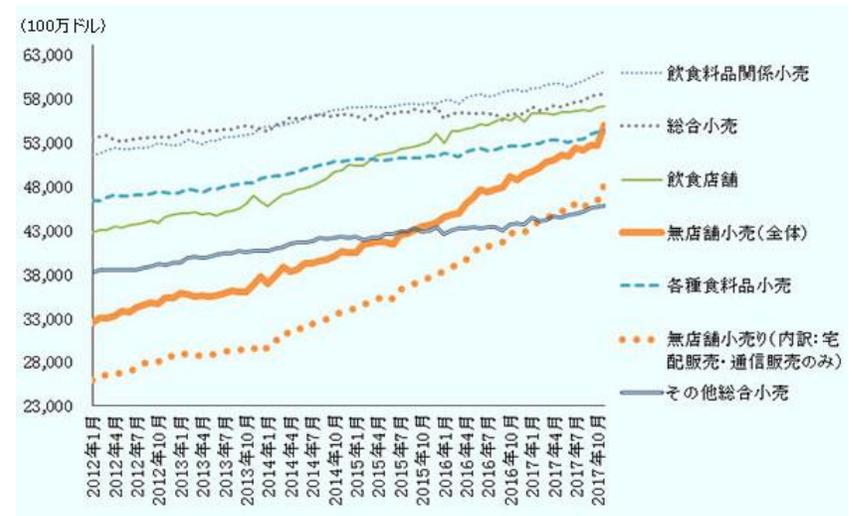
例：地方自治体へ維持管理サービス提供

米国ではICT取引が主役になっている ICT trading is the main stay in the United States.

既にアメリカでは通販(ICT/DX取引)が総合小売りを超えた
Mail order has already exceeded total retail in the United States.

日本でも、この傾向は続く。

This trend will continue in the future in Japan.



出典：JETRO HP

絶えずDX投資を続けなければ、競争に負けてしまう。

They would lose, if they do not continue to invest into DX.

日本の小売り各社はIT投資を増やしている。

Japanese retail companies increase ICT investment

DX対応に遅れると・・・

Late reaction in IT field leads . . .

例：トイザラスが消えた米クリスマス

Example: Toys "R" Us disappeared in US
Christmas



ITを導入していたら違った結果になったかもしれない。

The result might be changed , if they had used IT.

建設分野においてもDXは盛んにおこなわれている。

ドローンレーザー、BIM/CIM、RPA、画像解析、センシング・IOTなどが盛ん

問題点 : 労働需要に供給が追いつかない。

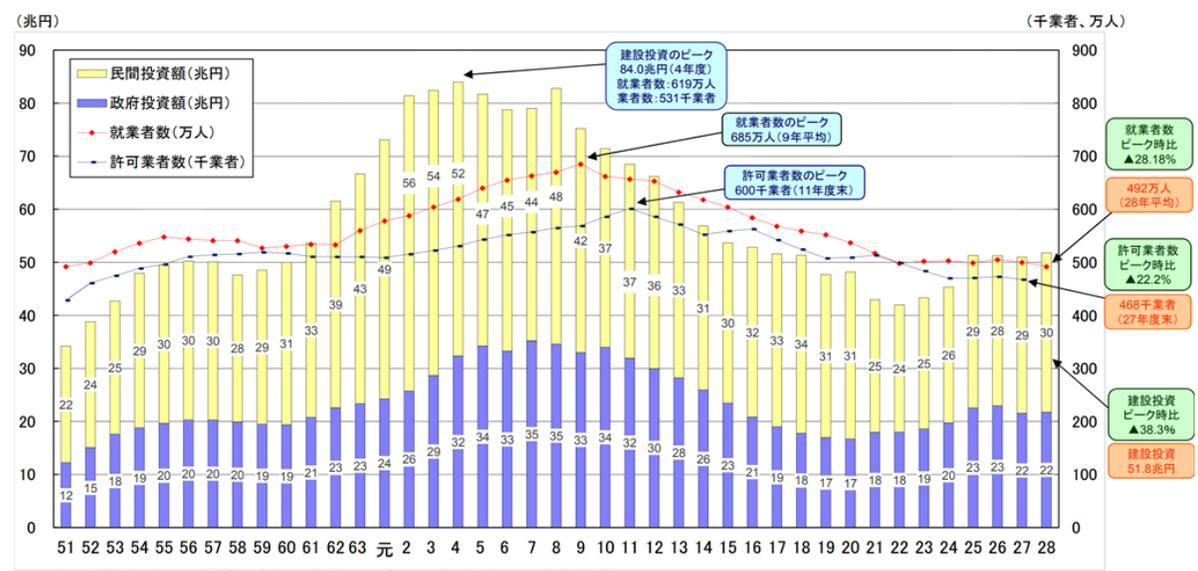
Problem : Supply does not catch up with labor demand.

建設投資は、バブル経済に時期からは減っているが、近年は増えている。

The construction investment decreases for bubble economy from time, but in late years increases.

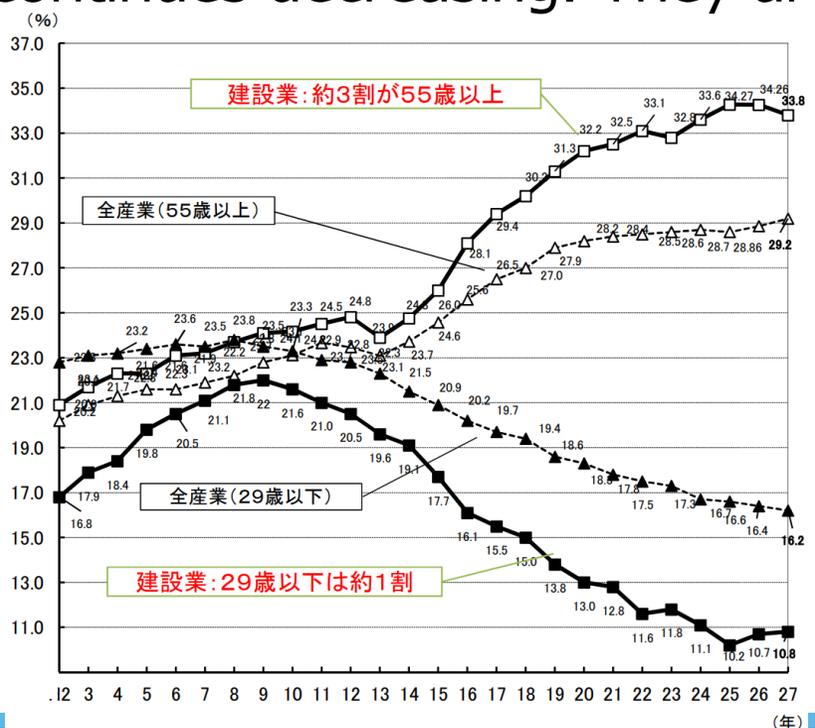
建設業の就労人口は減り続けている。高齢化が進行している。

The working population of the construction industry continues decreasing. They are aging.



注1 投資額については平成25年度まで実績、26年度・27年度は見込み、28年度は見通し
 注2 許可業者数は各年度末(翌年3月末)の値
 注3 就業者数は年平均。平成23年は、被災3県(岩手県・宮城県・福島県)を補完推計した値について平成22年国勢調査結果を基準とする推計人口で遡及推計した値

典：国土交通省

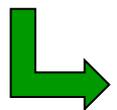


出典：総務省「労働力調査」を基に国土交通省で算出

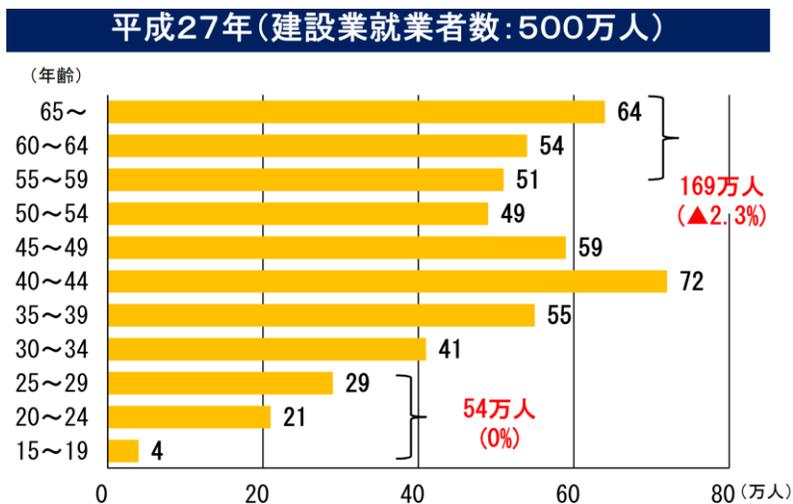
分析：建設業就業者の現状

建設就業者の高齢化が進行している。

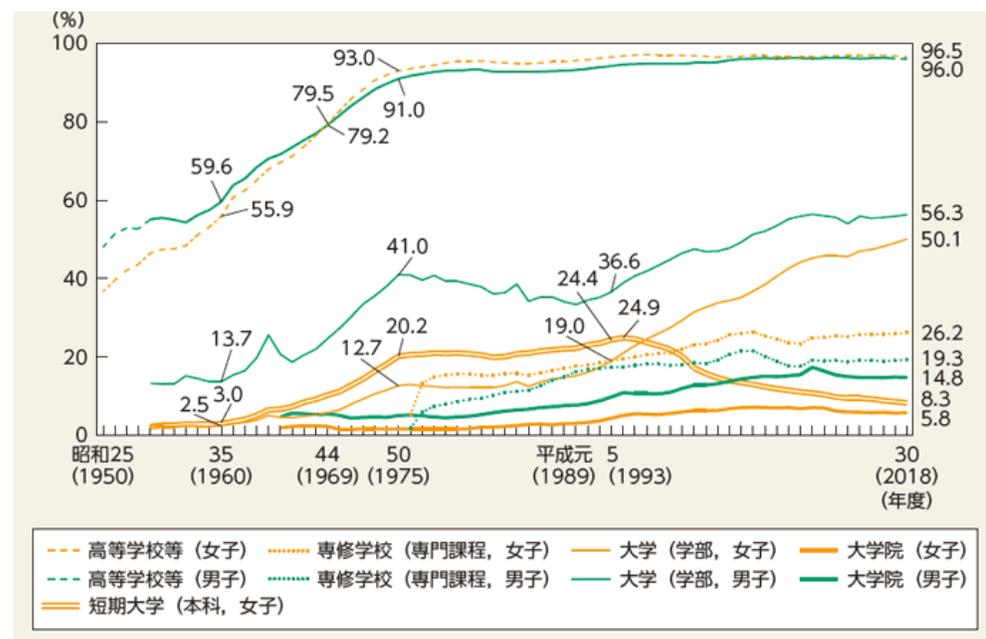
バブル期以降、大卒者比率が増加。少子化もあり高卒者は減少。
専門学校は、医療従事者、プログラマ、理容師、調理師などが人気。



(日本人の) 建設産業の技能労働者が増えるとは考えにくい。



出典：建設産業の現状と課題 2019年5月国土交通省



出典：内閣府男女共同参画局 学校種類別進学率の推移

技能継承について

建設業（下図オレンジ）は、新卒者採用、中途採用によって人手不足に対応している。

製造業（下図青） ・ 全業種（下図灰色）は、DX、業務形態の変更によって対応している。

2-1.DXについて知ろう (BIM/CIMとi-Construction)

クラウド上でシステムを統合するのがBIM,CIM

現実とサーバーを繋ぐのがi-Construction



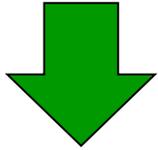
将来は一緒になる。

融合はますます進む the fusion increases more

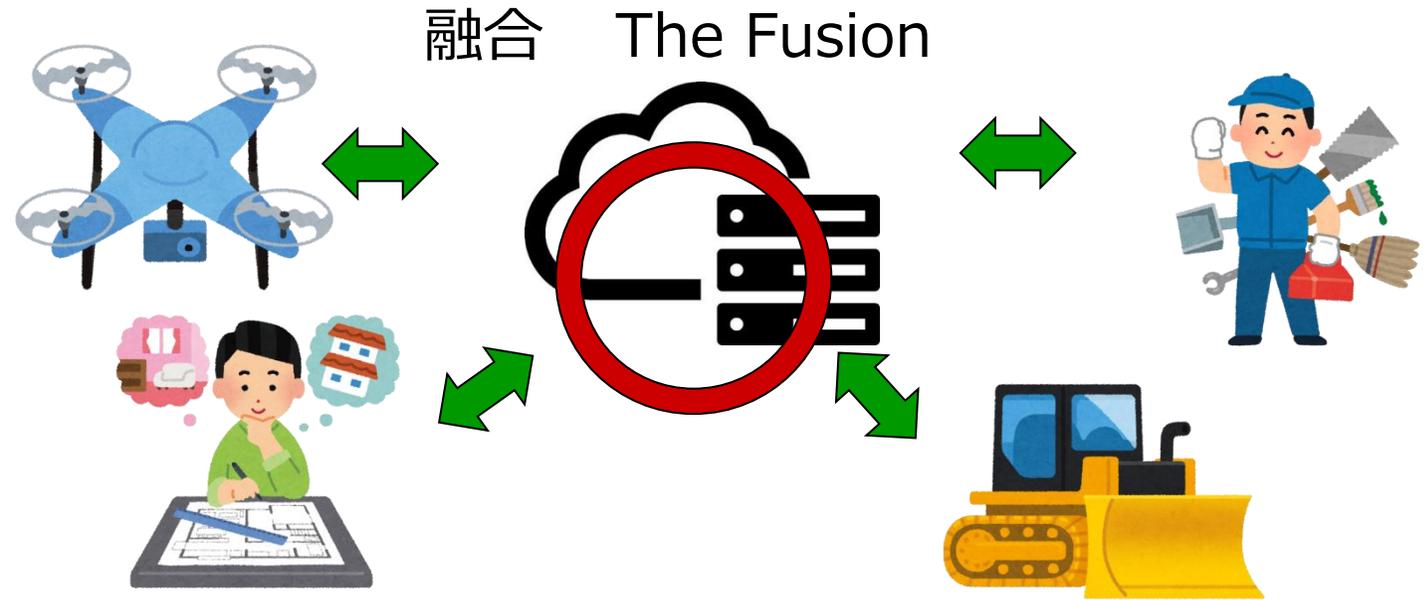
サイバー空間とフィジカル空間の融合 →i-Construction

The Fusion of cyber and physical →i-Construction

データ・システムの融合 →BIM,CIM
The Fusion of Data/Systems →BIM,CIM



将来は一緒になる。
Both will be unified in the future



BIM: Building Information modeling

BIMは、データシステムの統合を行う。

BIM integrates data systems.

BIMでは、関係者全員がクラウド上で操作するため、データの交換を安全に効率よく行うことができる。

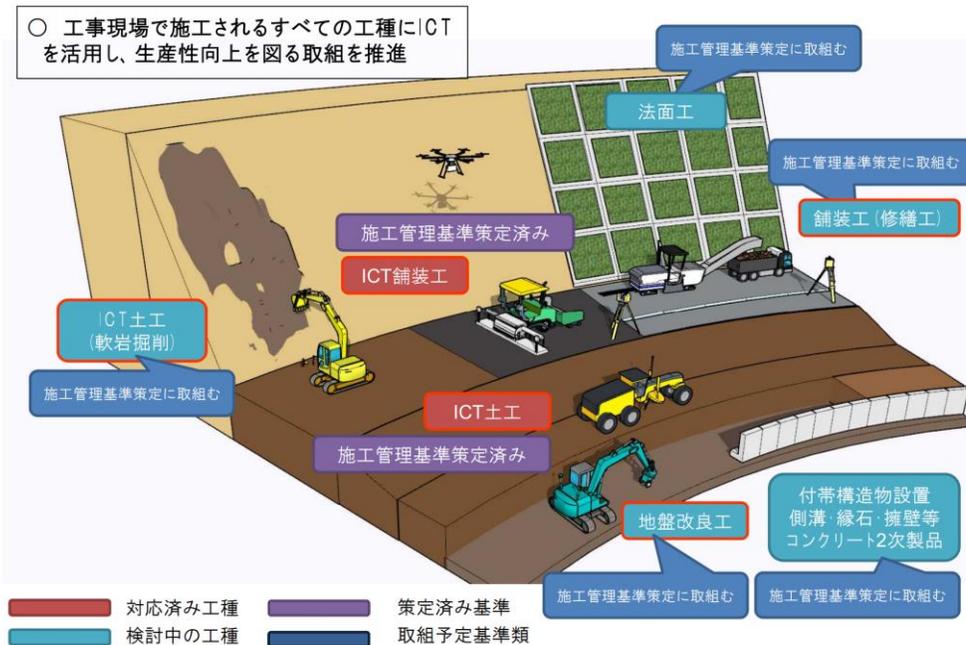
Because all concerned operates it on a cloud in BIM, they can perform exchange of data efficiently and safely.

i-Construction

i-constructionは現実空間と仮想空間のリンクを強化する
i-construction strengthens the link between real space and virtual space

工事現場の多くの工種にICTを活用し、生産性向上を図る。

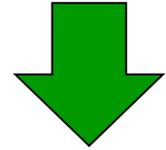
It apply ICT in many of construction works and improve productivity.



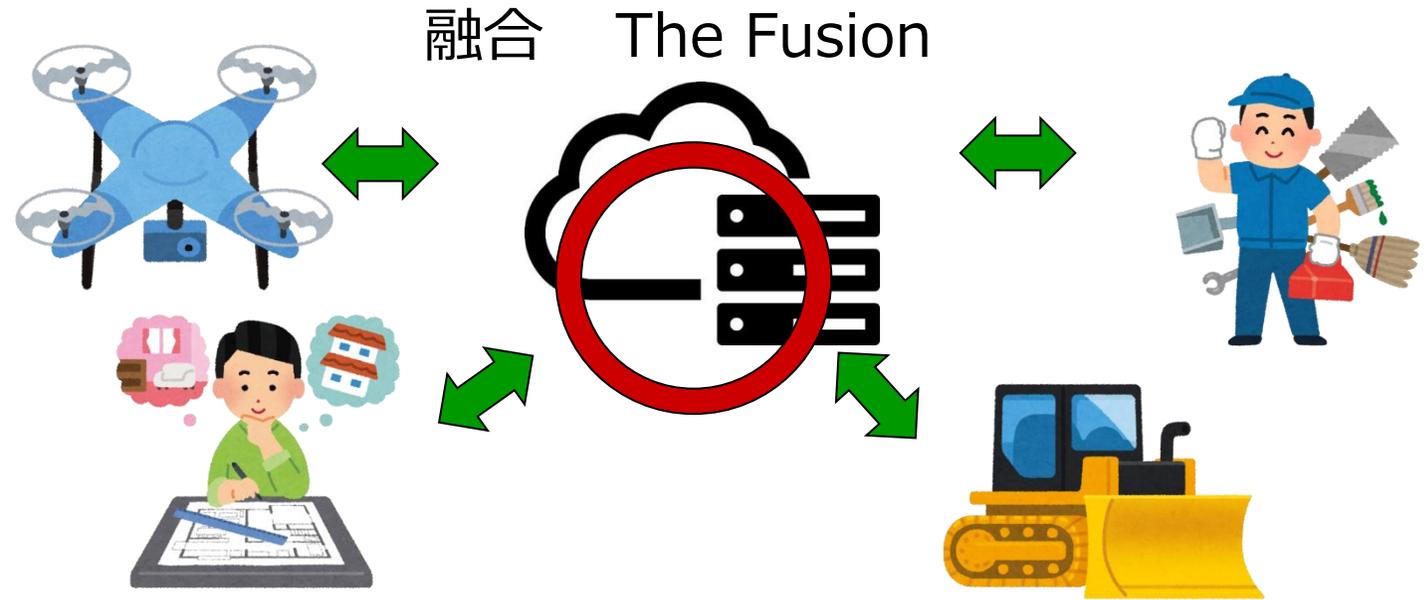
出典：国土交通省 ICTの全面的な活用に向けた取組

融合はますます進む the fusion increases more

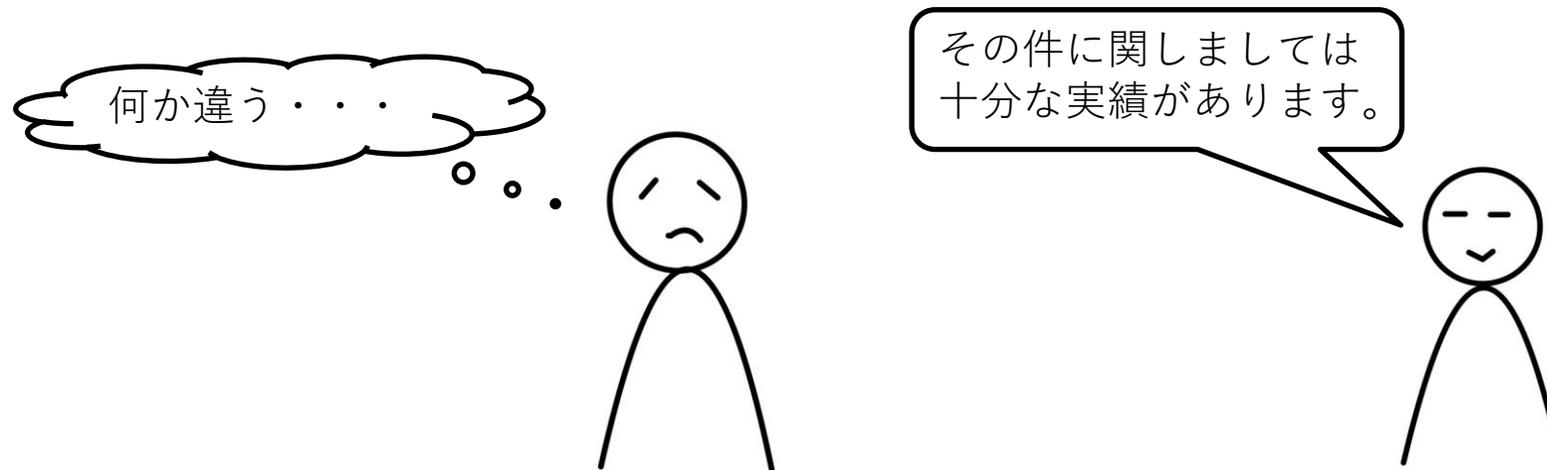
- サイバー空間とフィジカル空間の融合 →i-construction
- The Fusion of cyber and physical →i-construction
- データ・システムの融合 →BIM
- The Fusion of Data/Systems →BIM



将来は一緒になる。
Both will be unified in the future



2-2.DXの採用技術は異なる。 (一見同じ目的でも、実は違う)



例：舗装道路の損傷をAIが判定する

Ex.: AI judges damages of pavement road

一見同じに見える”舗装維持管理点検”。
でも、中身は違う。

①NEXCO中日本は高度な維持管理を行う。

②地方自治体は、点検コストを削減する。

社会的要請：Social demand

- ① **高速道路**には高いレベルの維持管理が必要。
High level maintenance is necessary for **expressway**.
- ② **地方道**は、維持管理コストを下げる必要がある。
Low cost maintenance is necessary for **local road**.



出典：NEXCO中日本 HP



出典：山梨県 HP

分析：必要な検査項目は何か？

Analysis: What is the necessary inspection item?

- ①高速道路では、路面の轍、ひび割れ、平坦性を測定する。
On expressway, they measure surface wheel track, cracking, flatness.
- ②地方道路では、劣化レベルを判定する。
On local road, they judge damage level.



轍



ひび割れ



平坦性



劣化レベル

提案：必要な計測機器は異なる

Propose: Necessary measurement devices are different

①測定専用車両を導入する。

It introduce **special vehicle** for survey.

②フロントガラスに取り付けたGPS搭載カメラで路面を撮影する。

It photograph road surface with GPS camera **attached to windshield**.



路面性状とは

路面性状とは時間の経過とともに、車両の走行荷重などにより起きる路面の劣化や傷みのことです。そのまま放置するとハンドルを取られるなど、事故につながる可能性があります。中でも3大性状といわれる、わだち掘れ、ひび割れ、平坦性の不良は高い頻度で点検し補修していく必要があります。

出典：NEXCO中日本 HP

提案：必要なプログラムも異なる

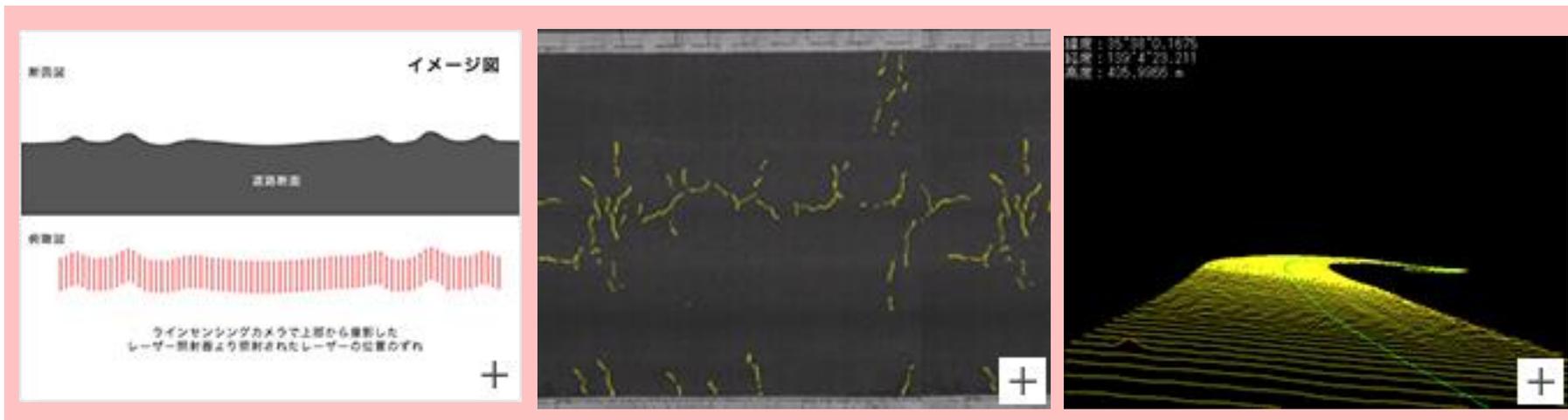
Propose: Necessary programs are also different

①路面の轍、ひび割れ、平坦性に対応した**専用プログラム**を導入。

It introduce **special analysis programs** for surface wheel track, cracking, flatness.

②一般的な画像分析プログラムによってひび割れを検出。

It introduce **normal image analysis program** to pick up cracks.



出典：NEXCO中日本 HP

評価：舗装道路の損傷を判定するシステムを導入できた

Evaluation.: They have installed damages judgement system for pavement road

①NEXCO中日本は、高度な維持管理を行うことができる。
NEXCO central enables high level road maintenance.

②地方自治体は、点検コストを削減できる。
Local authorities enables low cost check system for maintenance



出典：NEXCO中日本 HP

一見同じでも最適な手法は異なる

舗装道路の損傷をAIが判定する



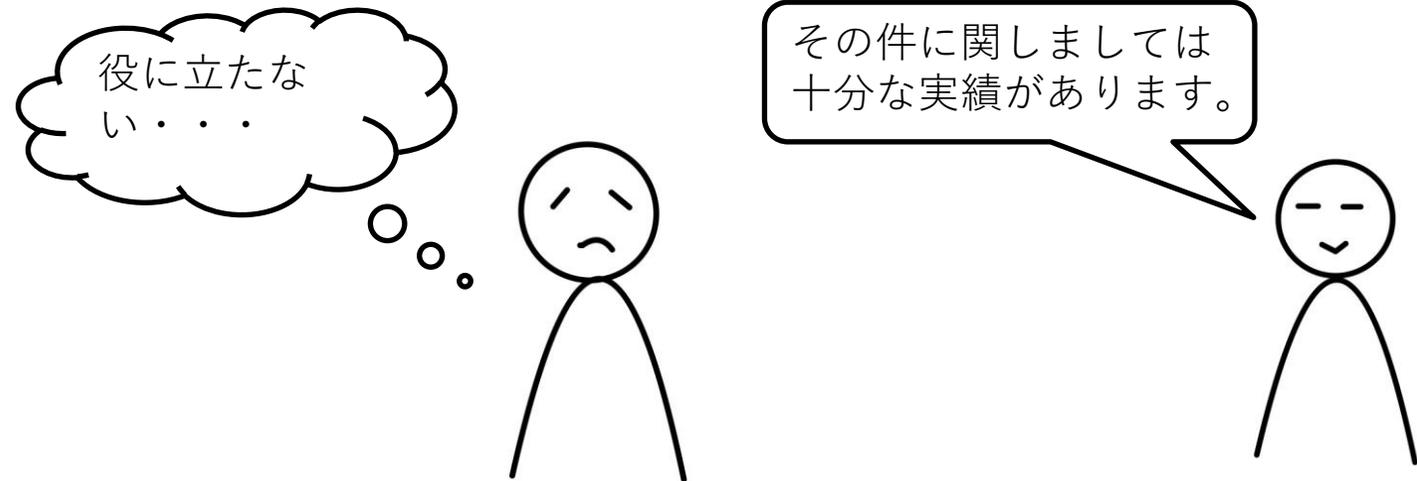
要請レベルは異なる

必要なプログラムは異なる

予算も異なる



実際の業務を知る。
DXの知識を有する。



2-3.収益だけでは実現できない。
労働環境・社会環境改善によって協力を得る。

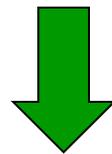


例：DX改善策は気づきにくい

Ex: The DX improvement is hard to find

コールセンター職員は、顧客の言っていることが解らないことがある
Call center staff may not understand what their customers are saying.

顧客、コールセンター職員双方にストレスがたまる
Stress fulminating both customers and call center staff



コールセンター職員の研修を行うことは改善策の一つ
Training call center staff is one of the improvements.

DXによる、より良い改善策はあるのか？
Is there a better improvement with DX?



例：AIとRPAを使い業務を効率化する

Ex.: Use AI and RPA to make their business more efficient

AIが音声認識し、RPAが論理を判断して応答案を作成する。

AI performs sound recognition. RPA judges logic and makes reply texts.

コールセンター業務の効率化につながった。

It led to the efficiency of call center operations.

例：オペレーター職員の協力を得る

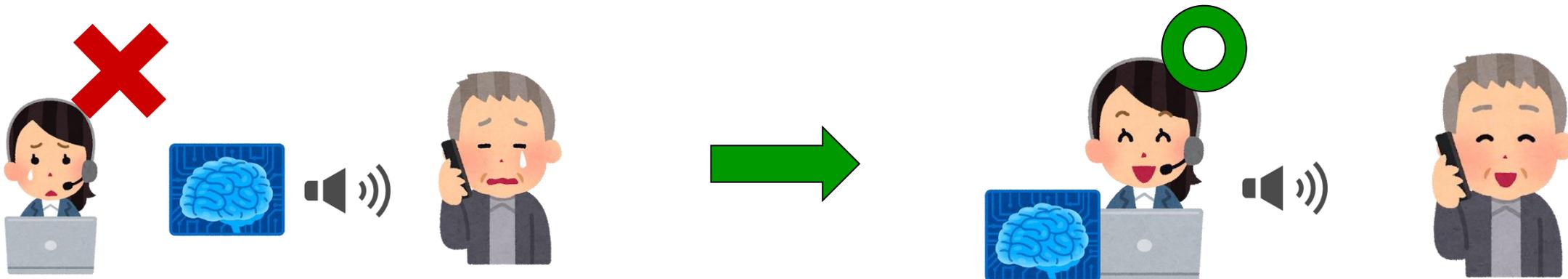
Ex: Get the cooperation of operator staff

当初は、AIが音声認識してテキスト化し、RPAにより読み上げも自動化するシステム。
Initially, AI is a system that speech recognition, and RPA automates speech.



✖ 自動読み上げは、味気ない。オペレーター職員が失業してしまう。

○ オペレーター職員の接客能力を活かしつつ、雇用を維持するため、口頭で読み上げるシステムにした。



社会的問題を起こしてはならない

Uberのライドシェアは、アメリカの地方都市で最初に普及しました。

Uber's ride share was first popular in local cities in the United States.

✘ タクシー業を圧迫したことも問題となった。

The pressure on the taxi industry became a problem.

✘ ニューヨークでは渋滞問題を引き起こした。

It caused a traffic jam problem in New York.

適切な運用 appropriate operation

ライドシェアは日本では通常なら違法とされる行為。だが、交通手段の乏しい地域では特別に認められている。

Ride share is usually illegal in Japan. But is specifically recognized in areas with poor transportation.

- 米ウーバーのシステムを使っている。ウーバーの初期の役割とほぼ同じ。
They uses Uber's system. Much the same as Uber's early role.

2-4.点検はDX導入が盛ん

人が検査しにくい
熟練者不足
AI/RPAは高速・常時観測

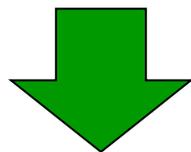
維持修繕工事の前に点検が必要

It is necessary to check before maintenance work.

点検人材が不足しているのでDXが盛ん

↳ 人が検査しにくい。
Human is hard to check

↳ 素人には現場での判断が難しい。
It is hard to judge on site for beginners



DX技術が人よりも優れていることもある

下水管は人が検査しにくい。

Human is hard to check sewerage pipe

- ✖ 様々な危険があるので、人は入りにくい。
Because of various dangers, human is hard to enter.
- 例：下水管の調査などにドローンを活用
Ex.: Utilize drone for investigations into sewage pipe

橋梁は人が検査しにくい。

Human is hard to check bridge

- ✘ 高いところや、川の上は人が検査しにくい。
In high level and on river, human is hard to investigate.
- 例：老朽化した橋梁をドローンで点検
Ex.: Utilize drone for investigation of old bridges

送電線は人が検査しにくい。

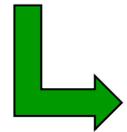
Human is hard to check power transmission line

- ✘ 落雷直後に、被害付近の送電線を迅速に点検するには大変な労力がかかる。
Just after thunderbolt, it takes great labor to check power transmission lines of the damage neighborhood quickly.
- 例：ドローンで送電線を点検する
Ex.: Checking power transmission line by drone

維持修繕工事の前に点検が必要

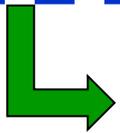
It is necessary to check before maintenance work.

点検人材が不足しているのでDXが盛ん



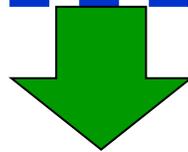
人が検査しにくい。

Human is hard to check



素人には現場での判断が難しい。

It is hard to judge on site for beginners



DX技術が人よりも優れていることもある

AIが技術者不足に対応する AI supports an engineer shortage

例：上水道の水漏れ検査

Ex.: Check leaking of waterworks

熟練技術者は音声から異常を検知する

Veteran technician detects abnormality from sound



出典：仙台市水道局 HP



出典：神奈川県 HP

AIが技術者不足に対応する

AI supports an engineer shortage

熟練技術者は音声から異常を検知する

Veteran technician detects abnormality from sound



AIは音声の波形から異常を検知する

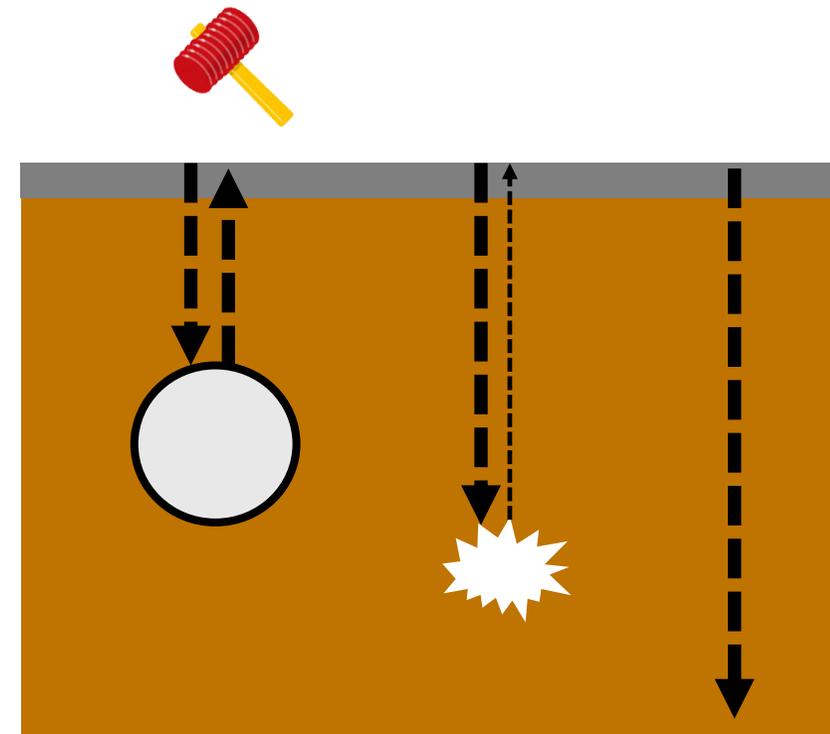
AI detects abnormality from sound wave figure

現場での判断が難しい。 It is hard to judge on site

例：路面下の空洞を音波で見つける。

Ex.: Finding cavity underground by sound wave.

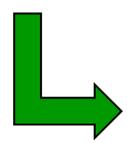
↳ AIは、埋設管より小さい反射を、空洞と判断する。
↳ AI judges reflection sound smaller than pipe as cavity sound.



AIが技術者不足に対応する AI supports a engineer shortage

例：従来、人が行っていた音声診断をAIが行う。

Ex.: AI makes sound diagnosis which person did conventionally.



熟練技術者と同等の診断を目指す。

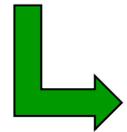
It aims at diagnosis which is equal to an experienced engineer.

維持修繕工事の前に点検が必要

It is necessary to check before maintenance work.

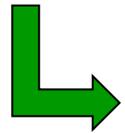
点検は大変なのでICTを導入する。

They install ICT, because checking is hard.



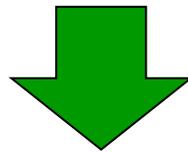
人が検査しにくい。

Human is hard to check



素人には現場での判断が難しい。

It is hard to judge on site for beginners



AI・RPAは高速・常時観測

道路映像から A I がひび割れを検出

AI checks cracks from road images

↳ AIは高速に判断する。 AI checks rapidly

人の場合、調査は数年おきに実施するのが一般的。

In case of human, it is common to carry out investigation every several years.



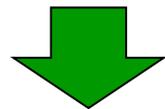
AI・RPAは上水道の漏水を24時間検知する。

AI/RPA detects leak of waterworks for 24 hours.

3-1. 実際にDXを行うためには何が必要か？

研究やマスコミで取り上げられるのはAI

現実のDXで進められるのはRPA



将来は一緒になる。

RPA (Robotic Process Automation)



システム会社にDXについて相談すると、最初に取り組むものとしてRPAを進められることが多い。事務作業の効率化が行われる。

普及しているのは単純事務作業をシステムが代替補助する汎用システム。ITベンダーはアプリケーションの使いまわしができるので開発コストを削減できる。

ITベンダー会社は、ITユーザーの個別事業について知識が十分ではないので、会社に共通の要素しかRPA化できない。

Ex: UiPATH、Automation Anywhere、AWS、IBM-Watson、MS-Azure



DXは、社内連絡、社内文書管理の電子化だけ . . .
確かに便利になったけどそれだけ？



会計、総務以外の業務をDXしたい

RPAとAI



RPA

人の（単純）作業を置き換える
昔からあった。

DXの流行で脚光を浴びる



AI

人の判断を置き換える

近年の研究の進展により注目が集まる

自然言語処理AI、自動応答AI、画像処理AIなど

RPAとAIは一体化する

Stage1-RPA:定型業務自動化 (ITベンダ企業から薦められることが多い)

Stage2-RPA+認識技術:定型業務からの解放

Stage3-RPA+弱いAI : 意思決定の精度向上・合理化 (コールセンターの例)

3-2.DX人材

適切な社外パートナー選定

内部人材の育成

適切な社外パートナーを選ぼう

建設会社と同じで、ITベンダも業務が細分化されている。

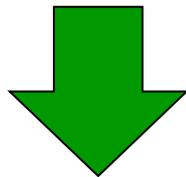
RPAベンダーであれば、自社開発したRPAシステムを他者に売り込もうとする。

ex:自治体用に開発した舗装劣化診断システムをNEXCOでも使ってほしい。

ユーザー企業はICT/DX人材を求めている User companies demand ICT/DX people

ICT/DX人材は、日本ではベンダ企業（IT技術供給企業）に多いが、米国ではユーザー企業（一般企業）に多い。

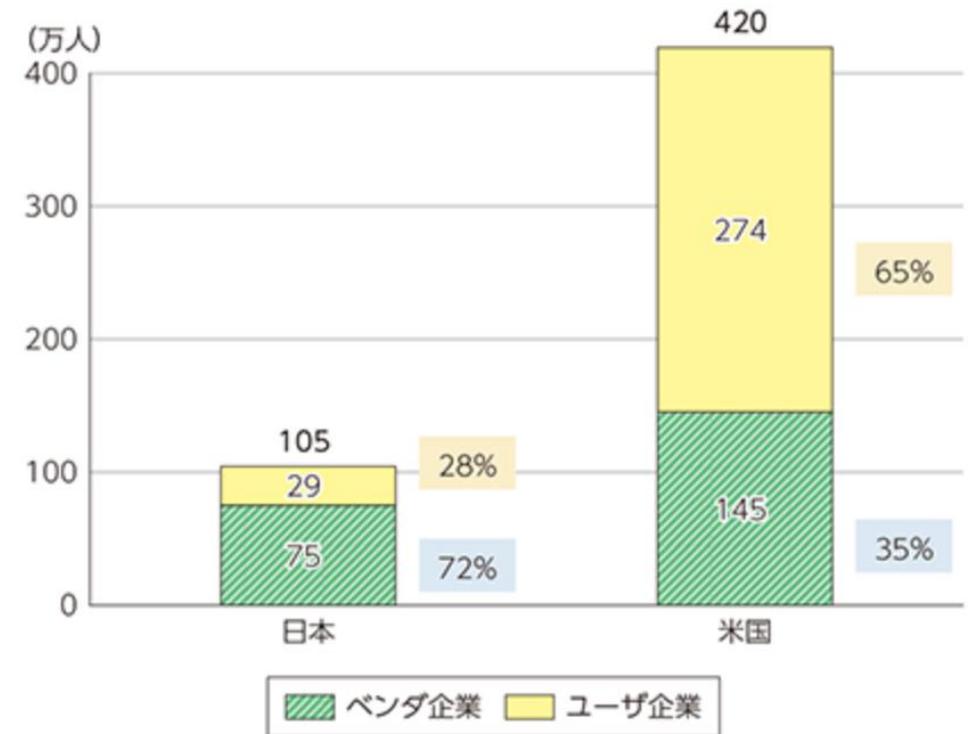
ICT/DX peoples of vendor company are many in Japan. ICT/DX peoples of user company are many in US.



今後、日本でも一般企業はICT/DX人材を求めるようになる。

User company of Japan will demand ICT/DX peoples in the future.

図表1-4-1-7 日本と米国の情報処理・通信に携わるICT人材



(出典)情報処理推進機構「IT人材白書2017」を基に作成

出典：H30情報通信白書

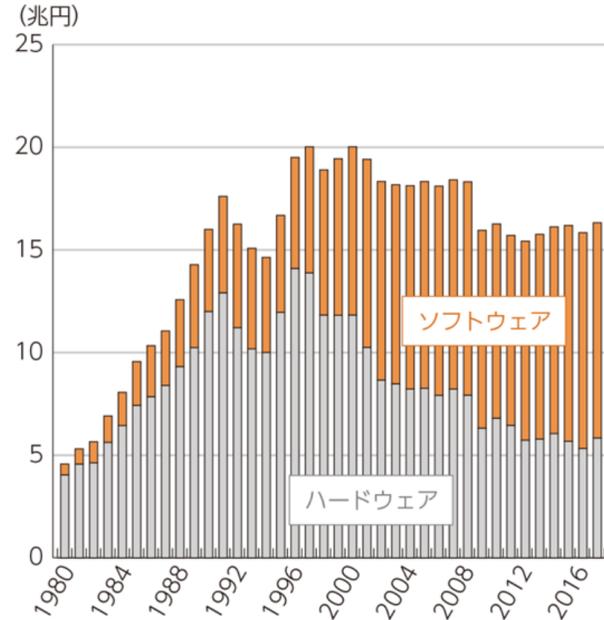
DX形態は変化している

ハードウェアからソフトウェアへ

委託開発から自社開発へ

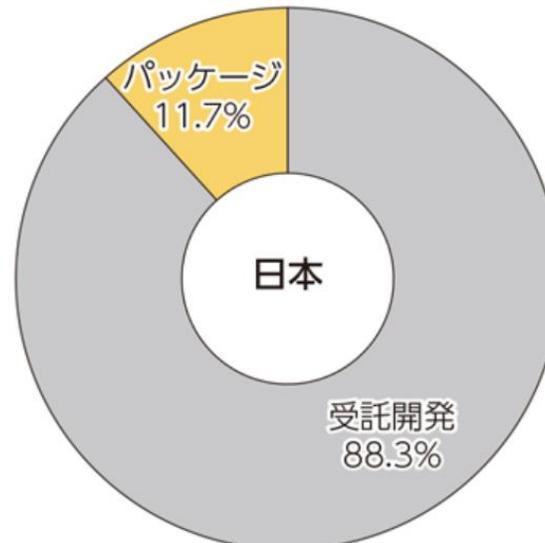
オンプレミスからパッケージへ

①我が国におけるICT投資額の推移

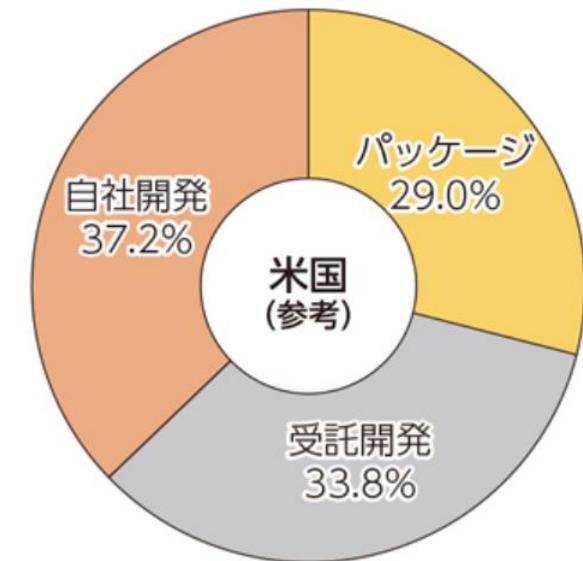


(出典)内閣府国民経済計算を基に作成

③ソフトウェア導入の内訳



(出典)総務省・経済産業省(2019)「平成30年情報通信業基本調査」



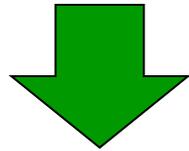
(出典)米国商務省

R1情報通信白書より

ユーザー企業の要請に応える能力を身に着ける

ユーザー企業のIT部門では、1. **提案力に乏しい**、2. 業務に関心が薄い、3. **AIやIoTなどに対する知識が足りない**、が課題。

In the IT department of the user company, 1. **lack of proposals**, 2. less interest in the work, 3. **lacks of knowledge in AI or IoT** are problems.



「**DX提案力**」と「業務への関心」、「**ICTの知識**」が必要

Both "DX proposal power", "interest for project" and "knowledge of ICT" are necessary.

目次

1-1. DXの流れは止まらない

} DX導入の進め

2-1. DXについて知ろう

2-2. DXの要求水準は異なる。

2-3. 収益だけでは実現できない。

2-4. 点検はDX導入が盛ん

} 本来業務を見直す、
ITについて知る

3-1. 実際にDXを行うためには何が必要か？

3-2. DX人材

} 結局は人

4.DXで何をするのか

DXの目的は何か？

①DXによって社内業務を効率化する？

社内意思決定の効率化（決算、会計、経営戦略など）

ITベンダーからのサービス供給を受け社内用にカスタマイズする。

例：一般的なRPA

②成果物をDXによって高度化する？

i-construction、BIM/CIM

受注にあたってIT企業とJVを行う

例：IT技術を活用した施工・設計・調査業務

③発注者に対してDXシステムを提供する？

専門分野のITベンダー化

例：地方自治体へ維持管理サービス提供

ご清聴ありがとうございました。

私は、各種建設DXプロジェクトに参加しています。
建設DXを推進するのが、私の役割だと思っています。

講演の依頼、実際のDX実現等についての相談があれば、以下にご連絡ください。

先端建設技術センター事務局