高圧貯蔵技術開発の課題

東京大学生産技術研究所
吉川　暢宏

1. 規制が促す技術革新
2. 自動車は国際流通商品
3. 国際的協調と競合の必要性
4. 日本の強みを活かす研究支援

1. 規制が促す技術革新

2. 自動車は国際流通商品

3. 国際的協調と競合の必要性

4. 日本の強みは？

マスキー法

大気浄化法改正法

1971年7月2日　アメリカ環境保護局が官報告示

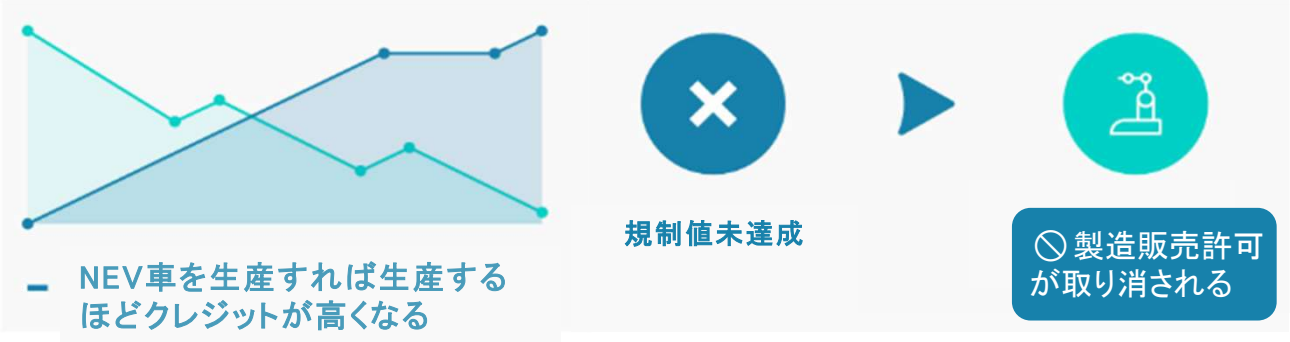
- ✓ 1975年以降に製造する自動車の排気ガス中の一酸化炭素(CO)、炭化水素(HC)の排出量を1970-1971年型の1/10以下
- ✓ 1976年以降に製造する自動車の排気ガス中の窒素酸化物(NOx)の排出量を1970-1971年型の1/10以下
- ✓ 達成しない自動車は期限以降の販売を認めない

当時世界一厳しい規制であったが

- レシプロエンジン　ホンダのCVCC
- ロータリーエンジン　マツダのサーマルリアクター改良

中国政府による燃費規制強化

デュアルクレジット規制



車種	新クレジット規制 (2019~2023年)		
	クレジット計算標準	航続距離	取得クレジット
EV車	0.006*R+0.4（RはEVモード航続距離）	100<R<200	1~1.6
		200<R<350	1.6~2.5
		350<R<500	2.5~3.4（上限）
		R>500	3.4（上限）
PHEV車	1.6	R>50	1.6
FCV車	0.08*P (PはFCシステムの出力）	300Km以下	6(上限)
		R>300	

出典：経済産業省およびIHFCA、工业和信息化部発表より

中国政府の研究開発支援

水素ステーション分布

燃料電池産業の主要開発エリア

北京・河北省張家口・天津

長江デルタエリア　上海市、江蘇省（蘇州、如皋、常熟、南京、張家港）、浙江省（嘉興、寧波、杭州、舟山）

四川省成都市

湖北省武漢市

広東省　仏山市、雲浮市、広州市、深圳市

GAC Aion LX

SAIC MAXUS EUNIQ 7

約850億人民元* (1兆3600億円)

2018年中国の水素エネルギー産業の総投資額

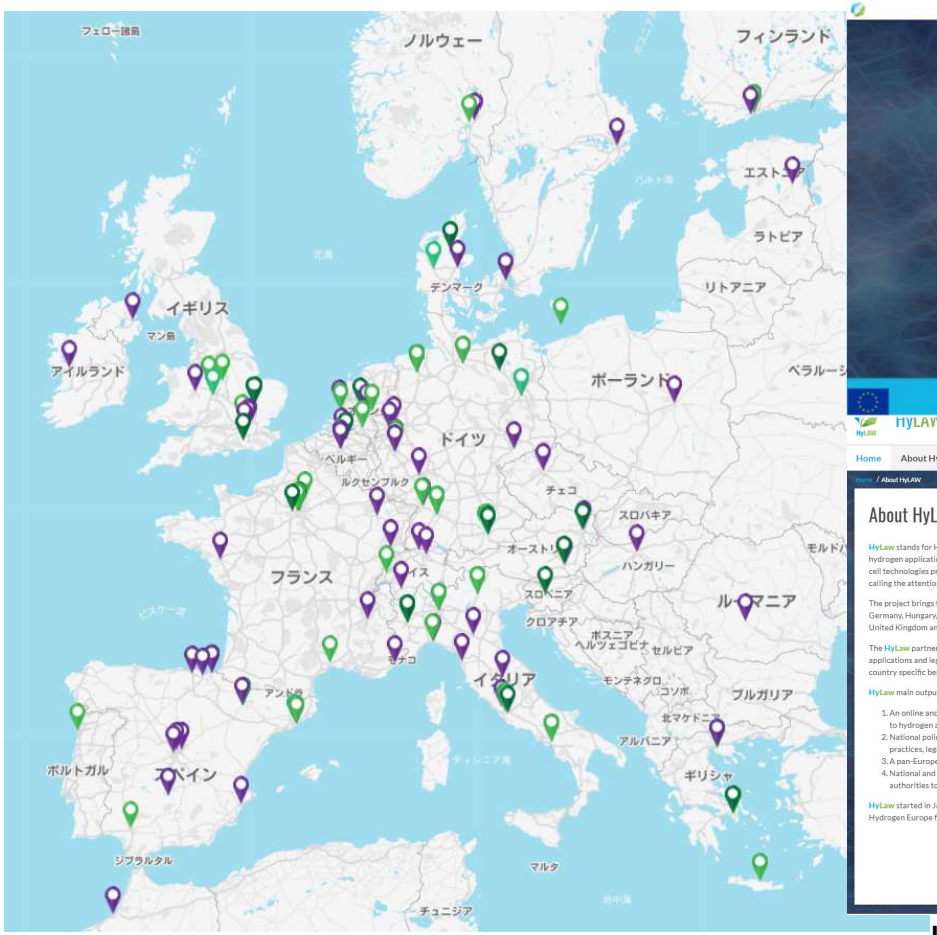
6178台 (累計)

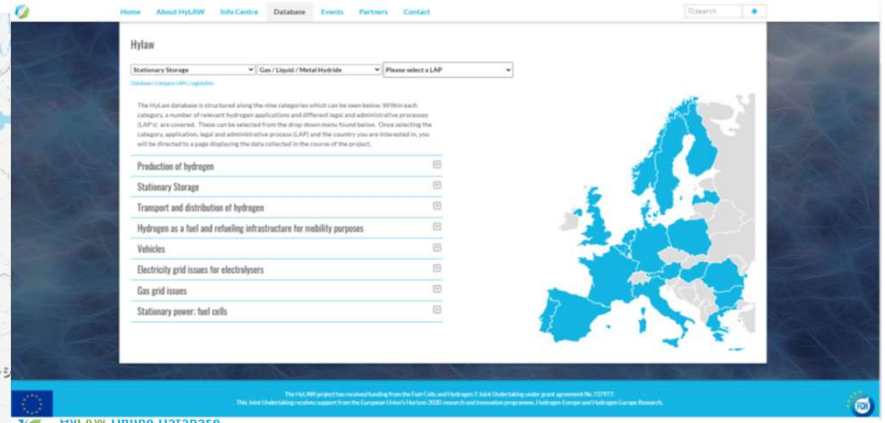
燃料電池車
2019年末累積販売台数

日本：令和2年度経産省当初予算「水素社会実現に向けた取組の強化」は700億円（出典：NEDO）。

Hydrogen Europe

- ✓ Total budget of €1.33 billion under Horizon 2020
- ✓ 3 pillars of 160 companies, 78 research organisations and 25 national associations





https://www.hydrogeneurope.eu/projects

1. 規制が促す技術革新

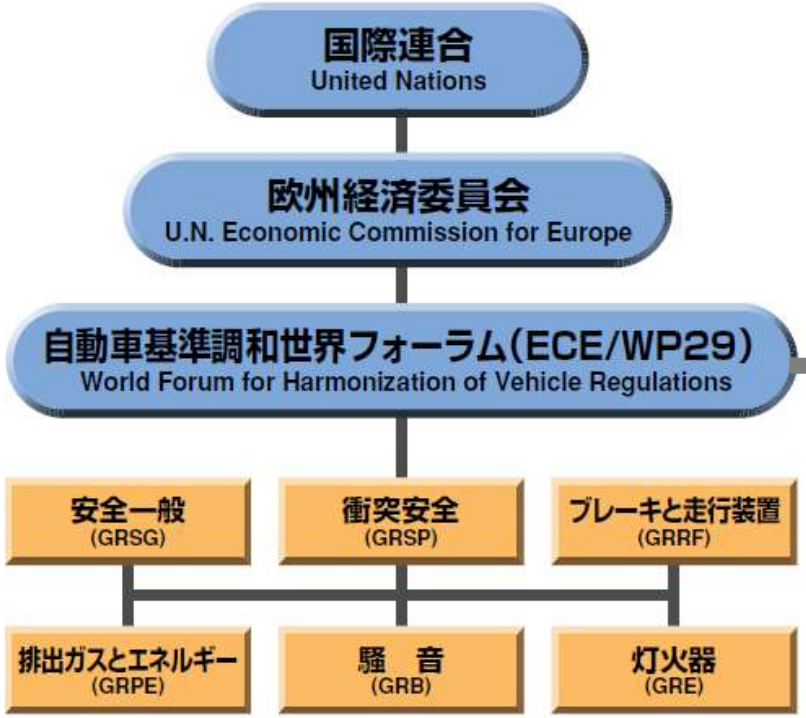
2. 自動車は国際流通商品

3. 国際的協調と競合の必要性

4. 日本の強みは？

UN-ECE-WP29，58協定，98協定

WP29（自動車基準調和世界フォーラム）：
自動車の基準調和を行うための国連組織
・元々はEU圏内の部品相互承認組織
・58年協定（ the 1958 Agreement）を経て
98年協定（ the 1998 Agreement）により自己認証国も参加
・技術要件の世界統一枠組み

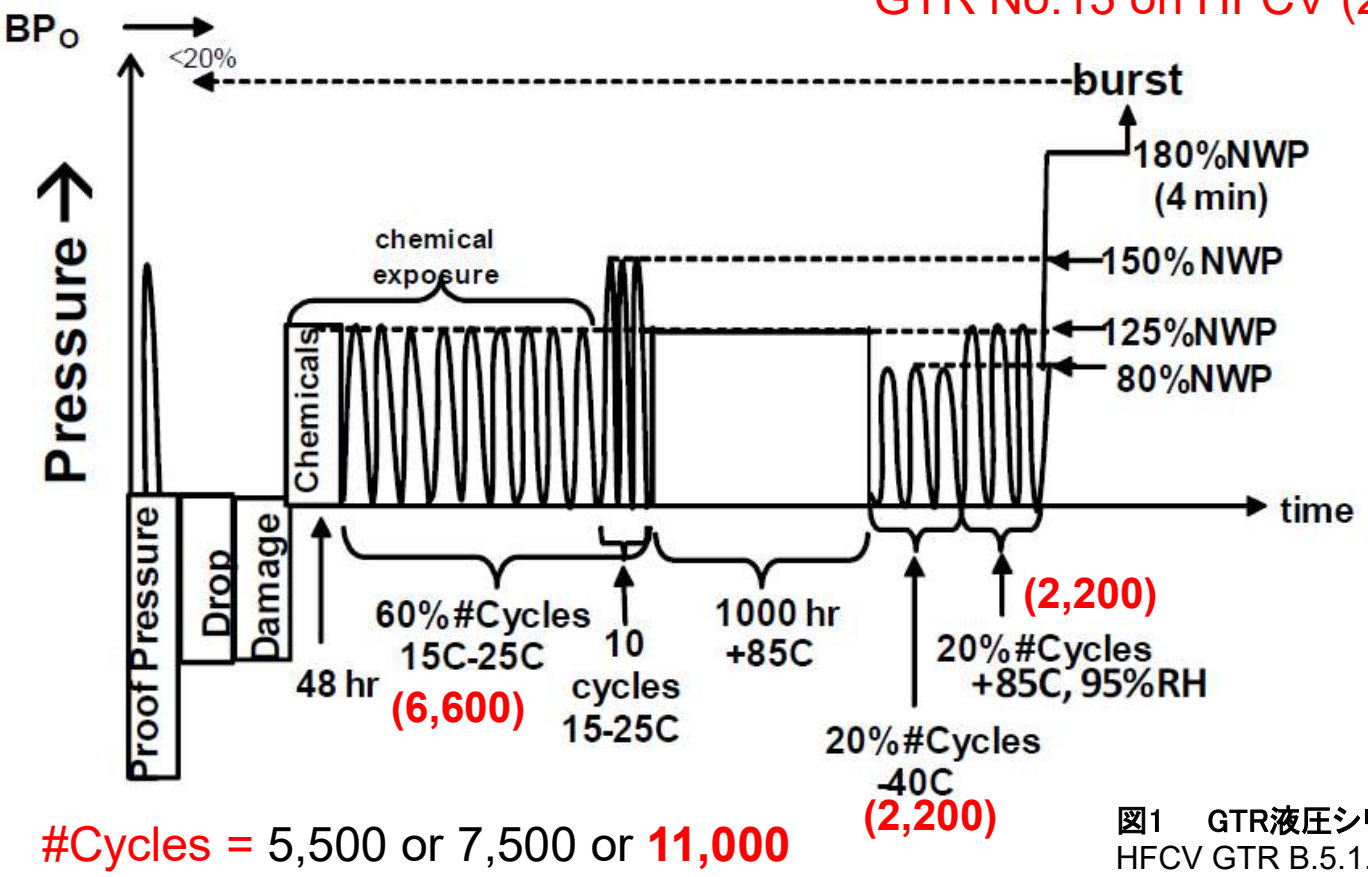


	58年協定	98年協定
管理委員会	WP29/AC1	WP29/AC3
投票	2/3以上の賛成	全会一致
活動	UN規則の作成と改定	GTRの作成と改定
内容	・技術要件 ・認証要件 ・生産の適合性(COP)	・技術要件
アウトプット	UN規則(UNR)	世界技術基準 (GTR)
	政府認証制度用の相互承認規則	自己認証制度用の技術要件

✓ 国土交通省が対応
✓ 高圧容器の国内規制は経済産業省

GTR液圧シリーズ試験（End of life試験）概要

GTR No.13 on HFCV (2013.6.27)



#Cycles = 5,500 or 7,500 or **11,000**

図1　GTR液圧シリーズ試験
HFCV GTR B.5.1.2より抜粋

9

1. 規制が促す技術革新

2. 自動車は国際流通商品

3. 国際的協調と競合

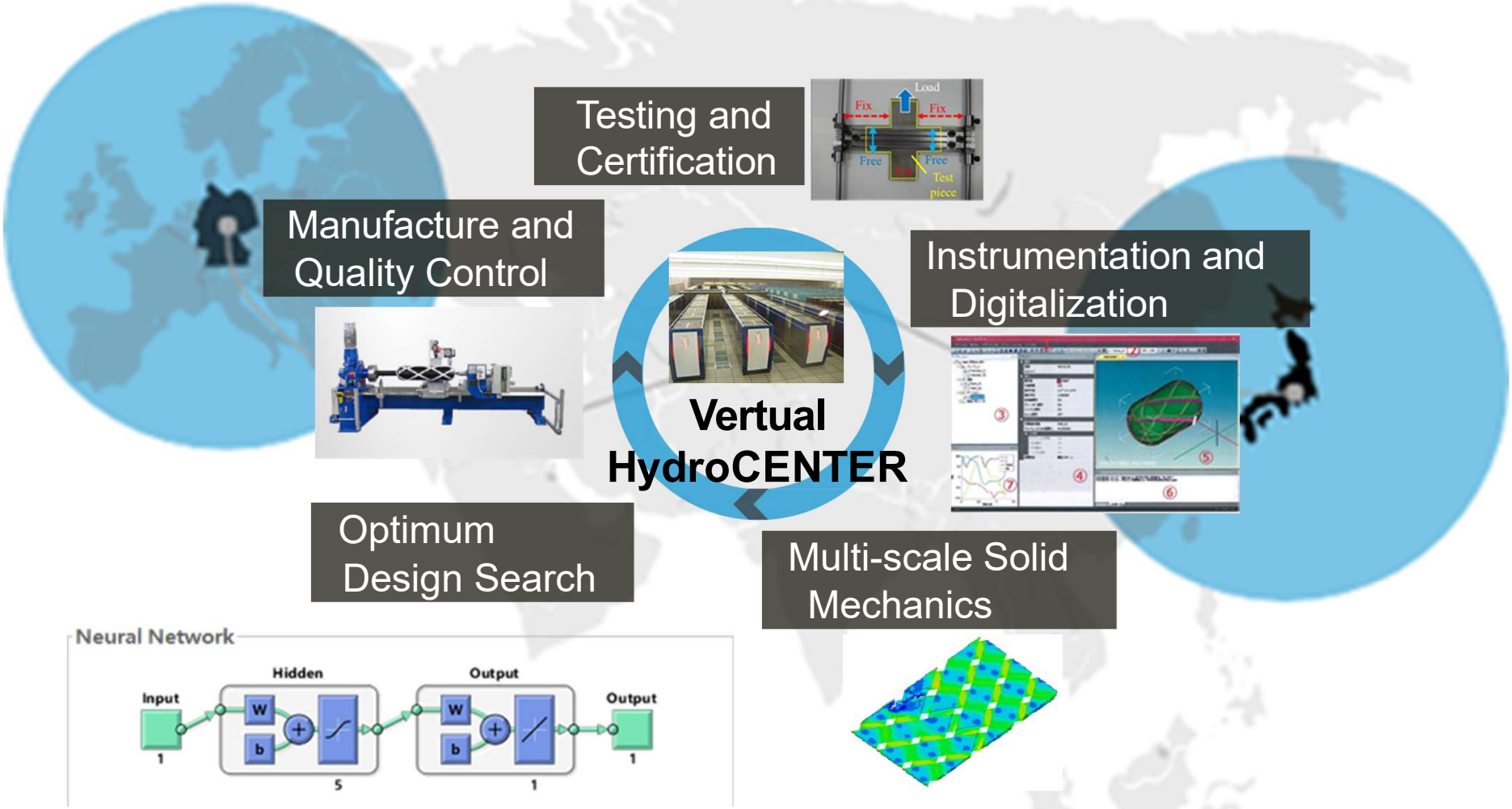
4. 日本の強みは？

ドイツのアジア戦略

Joint research presence in green hydrogen technologies in Asia-Pacific

- **Fudging:** in the frame of the Federal Government's Strategy for the Internationalization of Science and Research and the Federal Ministry of Education and Research (BMBF)
- **Objectives**
  - Strengthen the internationalization of German institutions
  - Improve their competitiveness in Asia-Pacific
  - Facilitate access to research institutions and networks for German scientists in the above-mentioned regions
  - Establish intensive and long-term cooperation
  - Establish a real, visible presence or structure in the partner country.
- **Topic**
  - Funding for ***German universities*** that are already conducting research in the field of ***hydrogen technologies*** and wish to establish real research presences with ***leading research institutions in Asia***
  - Technologies for the ***renewable energy***-based production, ***storage***, ***transport*** and use of ***"green" hydrogen.***

共通課題の抽出



デジタルデータの集約

得意とする技術シーズを活かす役割分担

新規容器の安全性評価に関する国際的合意

1. 規制が促す技術革新

2. 自動車は国際流通商品

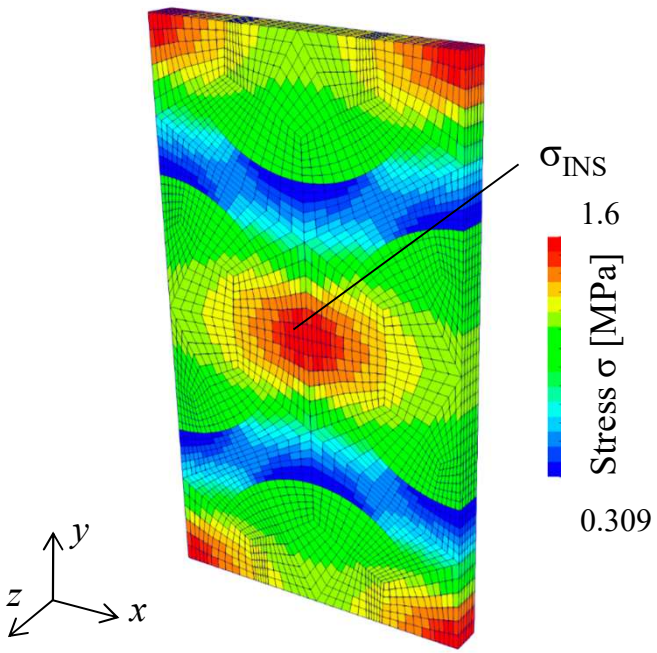
3. 国際的協調と競合

4. 日本の強みは？

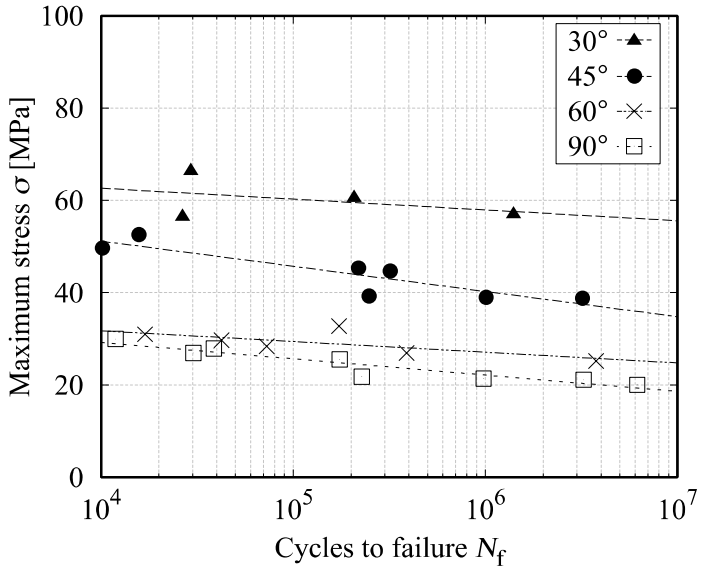
経験則（データ）に勝る欧米

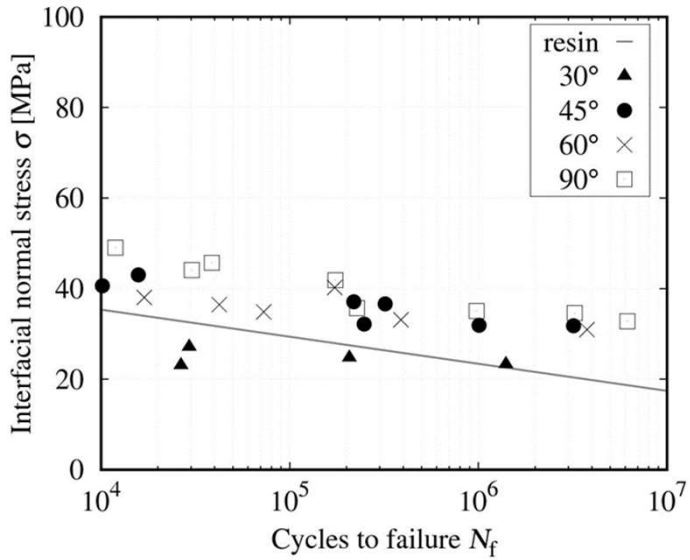
⇒　富岳に代表されるハイパフォーマンス
コンピュータシミュレーションを活用した
強度評価と設計の合理性追求

材料強度



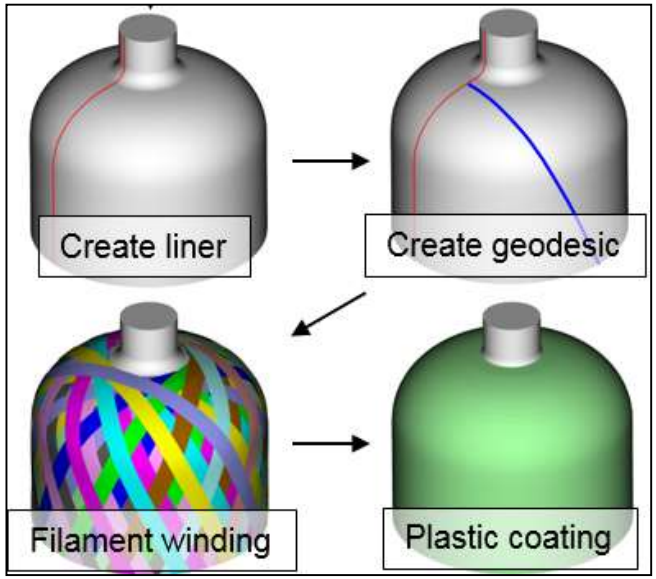
ミクロモデルによるInterfacial Normal Stress (INS)評価

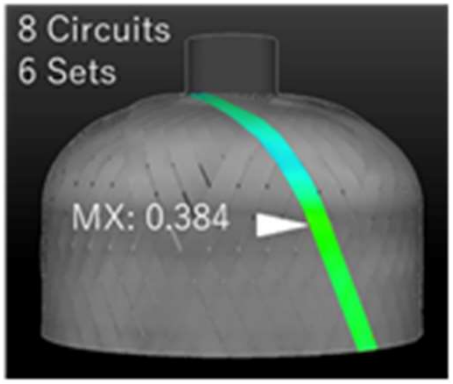




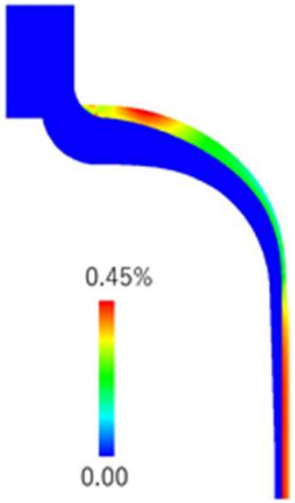
INSによる統一的疲労強度予測モデルの提示
（美濃ら：複合材料学会誌）

設　　計



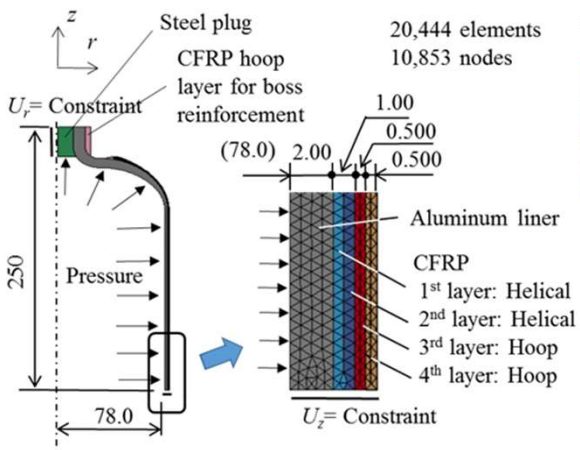


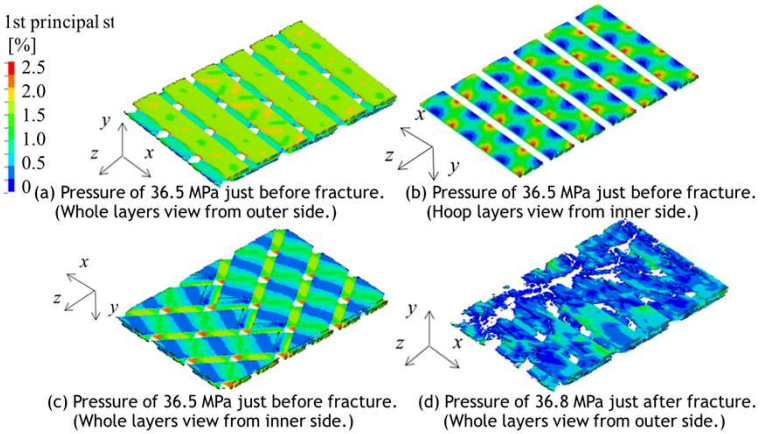
メゾモデル



軸対称モデル

メゾモデルによる正確なひずみ場評価（吉川ら：圧力技術）





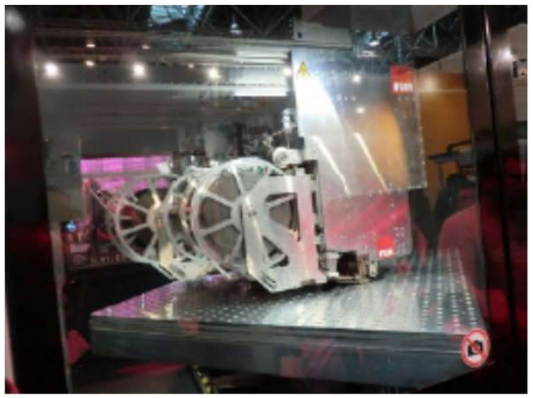
ズーミング解析による破裂圧力予測（竹本ら：日本機械学会論文集）

欧州で進む新規製造技術開発
（NCC次世代複合材研究会 実施報告書：2019年度）

DLR:自走式テープ積層成形機

シュツットガルト大学:
超音波探傷装置

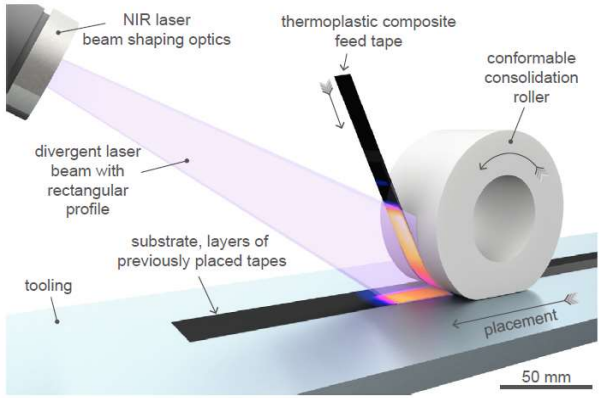
デルフト工科大学:超音波溶着接合



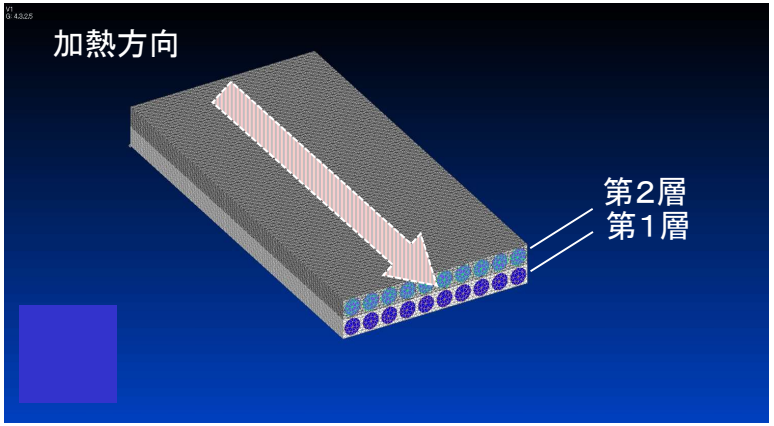
Fill: 高速積層装置

ALKEMA:現場重合型樹脂を
用いたCFRTPタンクの成形

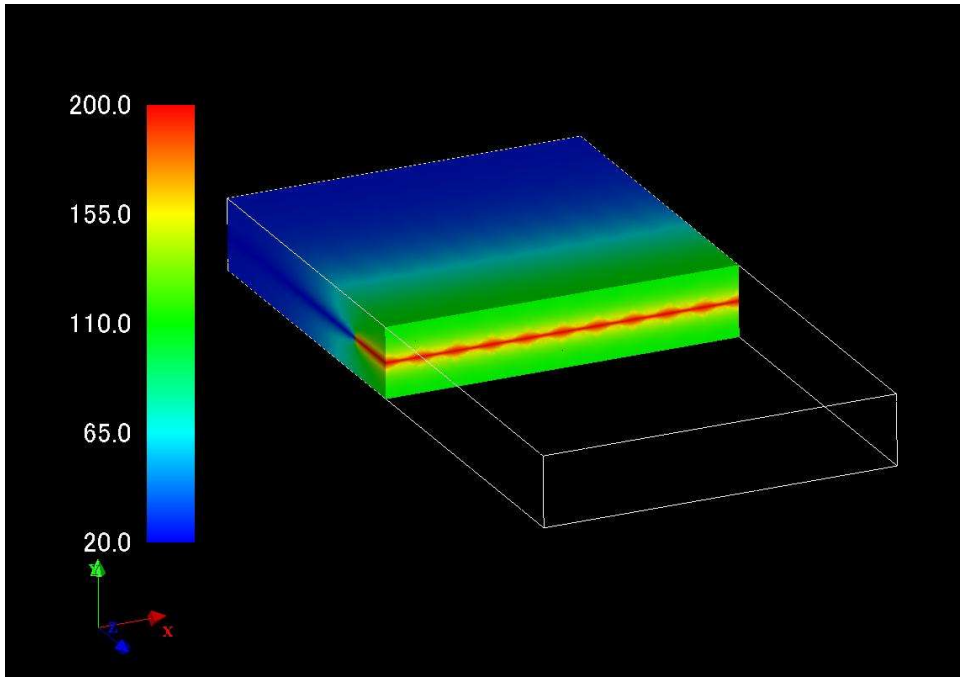
製　造



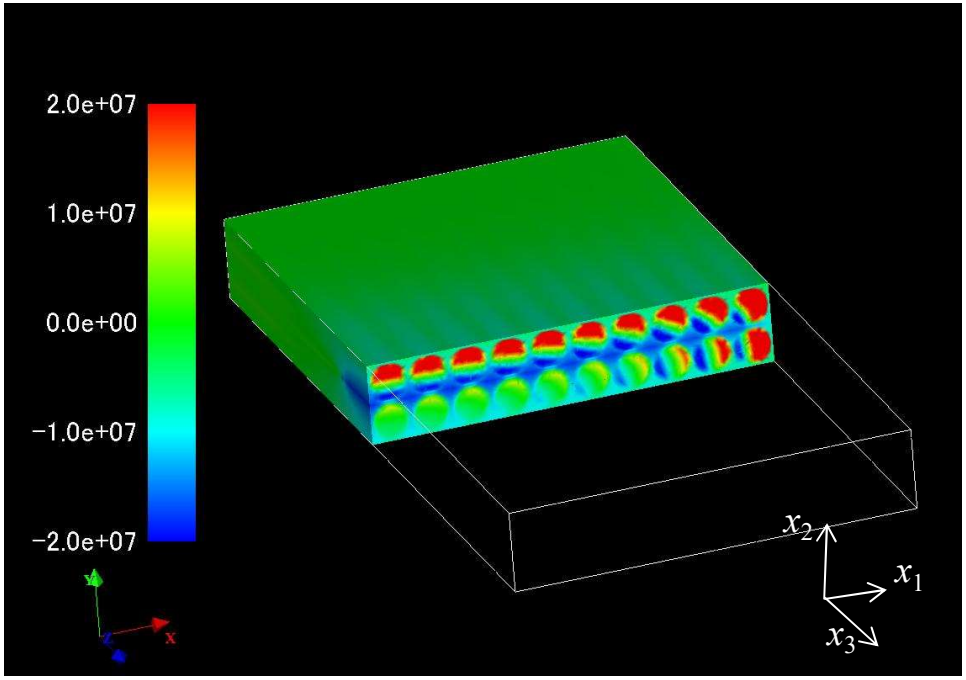
熱可塑テープ融着



有限要素モデル



温度分布図（ $t = 25.0$ [s] ）



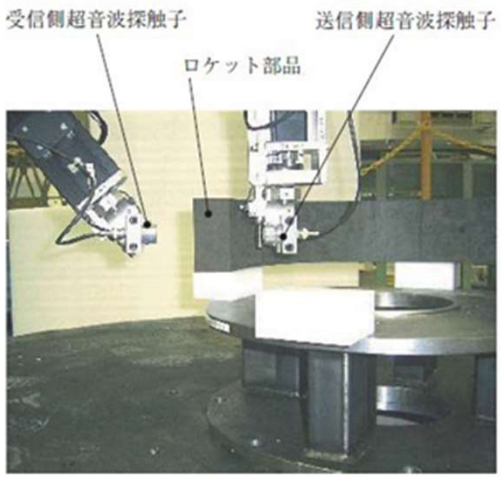
応力σ_{33}分布（ $t = 25.0$ [s] ）

検　　査

日本高圧力技術協会　高圧水素技術専門委員会による調査

- ✓ 非接触超音波探傷検査
- ✓ AE法
- ✓ Eddy Current Testing
- ✓ Fiber Bragg Grating
- ✓ サーモグラフィ
- ✓ シェアログラフィー
- ✓ X線CT
- ✓ 中赤外レーザー超音波試験

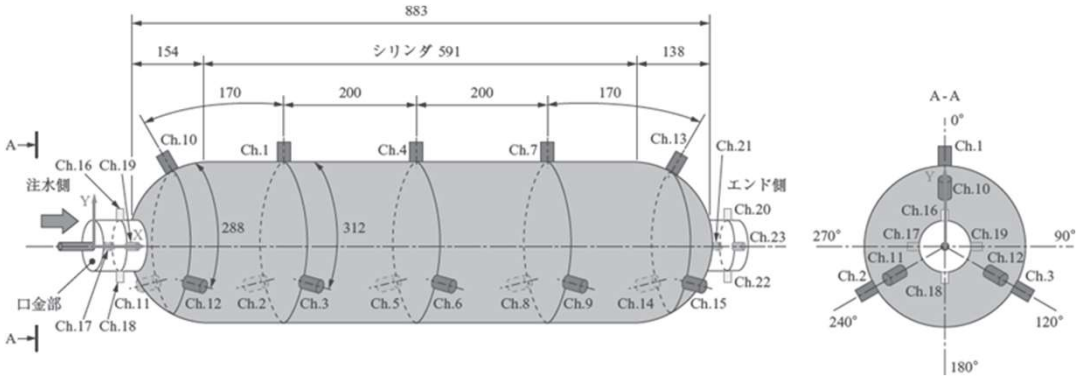
✓ 非接触超音波探傷検査



第 8 図　ロケット部品の非接触超音波探傷検査
Fig. 8　Non-contact ultrasonic inspection for rocket part

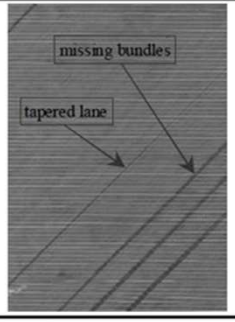
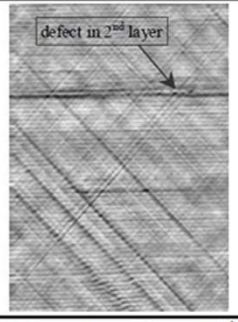
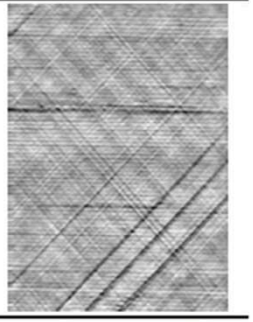
✓ AE法

使用センサー：Vallen Systeme社(ドイツ) VS150-RIC



✓ Eddy Current Testing

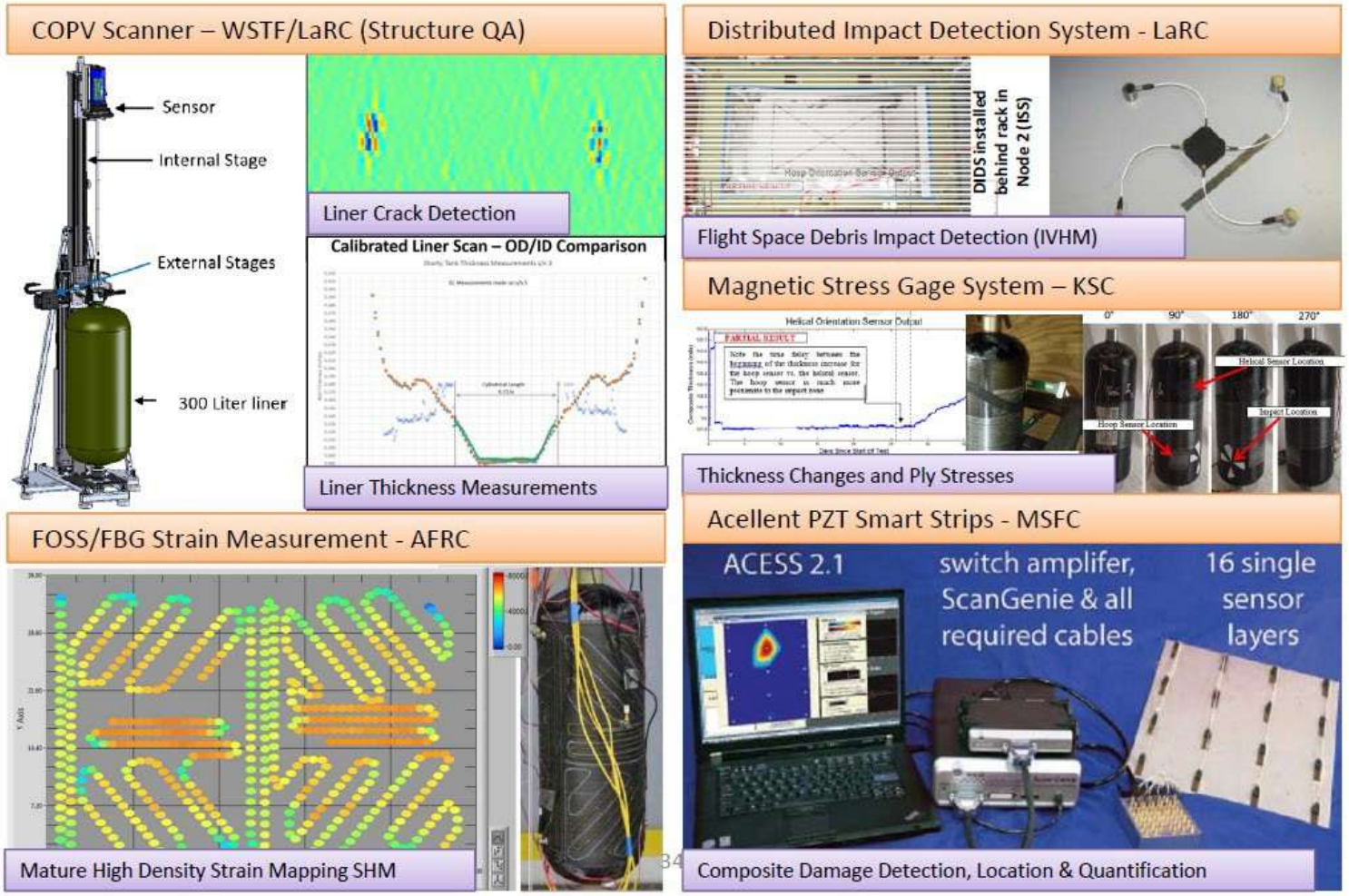
使用センサー: Fraunhofer製

Sample	Picture (1st layer)	Picture (3rd layer)	EC image (front)	EC image (rear)
#1				

*3 layer RCF with small tapered lanes (compare to Fig.1[b]) in the 1st and 3rd layer, four missing fiber bundles in the 3rd and one horizontal in the 2nd layer – Sample Size [mm]: 210*295*

NASA NDE Program

Smart CPOV Technologies Being Advanced



まとめ

１. 開発情報の集約と共有

２. 国際市場への進出

３. 強みを活かした国際協調