

ものづくりに必須な機械材料技術の神秘を¹

実物や実験で体験しよう！

実物に触れて下さい！ 機械工学では、機械材料を使いこなす事も重要です！

1. 環境負荷低減を目指す自動車エンジンの高性能化・EGRクーラー 【実物展示】
2. グローバルな活躍に不可欠な高性能旅客機・軽量高強度材料 【実物展示・小実験】
3. 時速300km/hを実現した新幹線車両のハニカム構造 【小実験】
4. 天気予報衛星打ち上げに必要なロケットエンジン部品 【実物展示】
5. 壊れないメガネ・形状記憶合金 【小実験】
6. そして、材料を使いこなす技術・接合技術 ろう付(Brazing)

東海大学 工学部 機械工学科 宮沢(機械材料・ろう付・界面接合工学・接合科学・冶金学・界面評価技術)

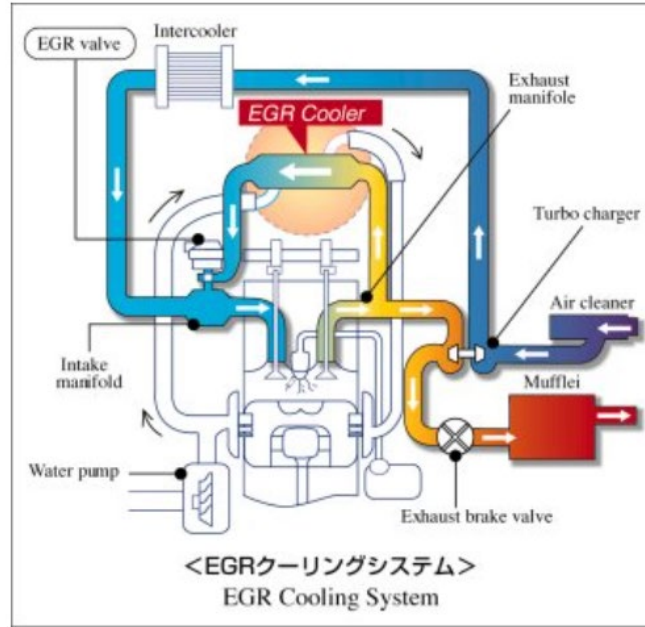
環境負荷低減を目指す自動車エンジンの高性能化・EGRクーラー【実物展示】

EGR (Exhaust Gas Recirculation) クーラーとは、自動車エンジン部品です。

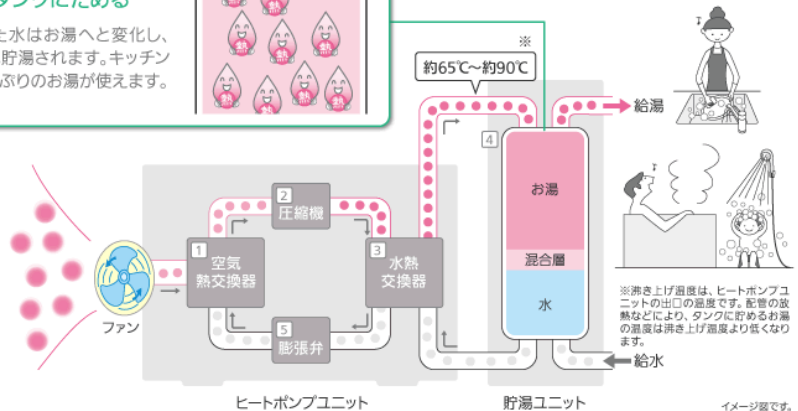
- ディーゼルエンジンの排気ガスの一部を吸入空気と混合させる事により、酸素量を減らしガソリンの燃焼温度を低下させ、排気ガス中のNOxを低減させます。
- 燃焼温度低下 ⇒ エンジン内部から外部への熱エネルギー放散を低減します。
- ガソリン車の場合もEGR導入により、吸気管負圧を小さくできるために、燃費向上が期待できます。

乗用車用EGRクーラーを持って来ました。触って下さい。

- 1.5Lエンジン (1NZ-FXE)**
燃費効率に優れたアトキンソンサイクルエンジンとクールドEGR*5 (排出ガス再循環) システムの採用で、高いエンジン効率を実現。低燃費とハイパワーを両立しています。
 - 昇圧コンバーター付パワーコントロールユニット**
バッテリーの直流電流とモーター発電用の交流電流を最適に制御するユニット。インバーター、コンバーターともに小型・軽量化を実現しています。
 - ラジエーター**
エンジン&インバーター一体型ラジエーターを採用。小型・軽量化に貢献します。
 - ハイブリッドトランスアクスル**
駆動用・発電用モーターと動力分割機構などで構成されたトランスアクスル。ギヤトレインを最適設計することで、小型・軽量化を達成。動力の伝達ロス低減も実現しています。
 - ハイブリッドバッテリー**
駆動用モーターに最適な電力を供給するコンパクトタイプのバッテリー。リヤシート下に配置することで、ラゲージスペースにゆとりが生まれました。
- ECB (電子制御ブレーキシステム)**
油圧ブレーキと回生ブレーキの制動力分担を最適制御するECBにより、運動エネルギーの回収量 (充電量) を最大化。



お湯を貯湯タンクにためる
熱を伝えられた水はお湯へと変化し、貯湯ユニットへ貯湯されます。キッチンやお風呂でたっぷりのお湯が使えます。



蛇口をひねるとお湯が出る！エコキュートのおかげかもしれない。ステンレス鋼で作製した熱交換器が必要です。熱交換器の設計は機械工学、使用材料と製造方法は機械材料で勉強できます。

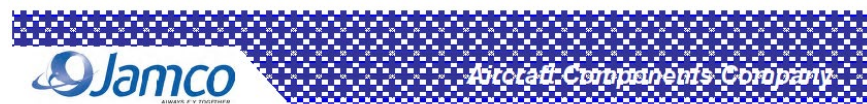
- 参考書籍, 参考文献
- (1)カルソニックカンセイ(株)HP, 従業員数3600名
 - (2)東京ラジエーター製造(株)HP, 従業員数537名
 - (3)トヨタ自動車(株)HP, 従業員数339000名(連結)
 - (4)Panasonic HP, 正栄(株)HP

グローバルな活躍に不可欠な高性能旅客機・軽量高強度材料【実物と小実験】

炭素繊維を使った複合材料は、軽量高強度材料です。
航空機機体材料に不可欠です。

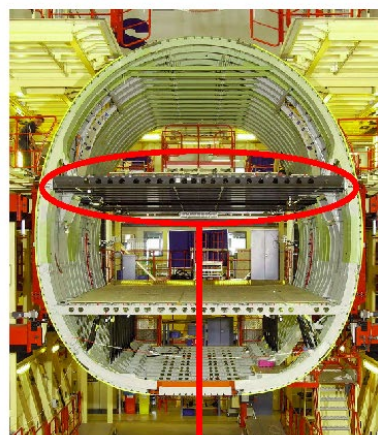
**複合材料で作ったフローアービームを持って来ました。
強さを実際に体験してみましよう！**

機械工学で、形(構造)を設計し、最適材料で作ります。



-Advanced Pultrusion- (アドバンスド プルトリュージョン)

ジャムコが独自に開発したADP(Advanced Pultrusion)製法によって製造された炭素繊維複合材料を使用した部材は、全てのエアバス機の垂直尾翼や、世界初の総二階建て超大型機A380の2階床下を支える構造部材としてエアバスに採用されています。航空機用部材に求められる「軽さ」と「強度」を満足する高品質の炭素繊維複合材料を低コストで製造するジャムコの技術が注目されています。



A380 胴体断面構造

資料提供: AIRBUS



© AIRBUS S.A.S. 2006 - photo by em company / H. GOLUSE



資料提供: AIRBUS



A380 二階席用構造部材
(長さ 7メートル、重さ 15kg)



垂直尾翼用構造部材
(最大長さ 16メートル、出荷後の客先組立状態)

A380 知っていますか？ TV CMに注目！



時速300km/hを実現した新幹線車両のハニカム構造【小実験】

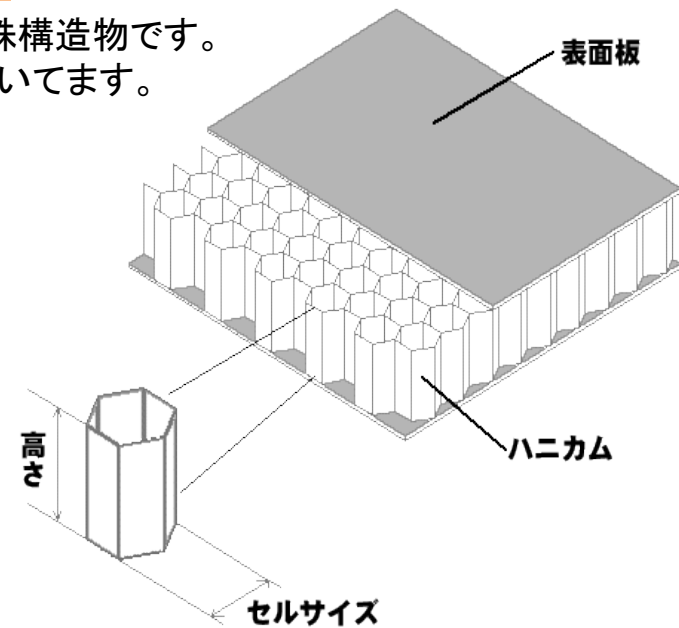
ハニカム構造は、右図に示す通り、「軽量・高強度」などの特徴を有する特殊構造物です。新幹線車両に採用され、軽量化を実現しました。軽量化が高速化に結びついています。

軽量高強度構造物を紙製模型で体感して下さい。

軽量ですが、人が乗っても壊れません！

複雑形状のハニカム構造を製造する方法も重要である。製造方法の一つがろう付である。

ろう付は、接合方法の一つであり、ろう材のぬれと隙間(間隙)へのろうの浸入により、複雑な接合部を一瞬で接合する技術です。



- ろう付により、ハニカム構造の様な多数部品により構成された複雑なモノを比較的簡単に製造できます。ろう付には「適切なろう材」と「適切な製造条件の解明」が必要です。これらを明らかにする研究を行っています。
- ろう付は、製造分野における最高の接合技術の一つと言えます。従って、産業界の要求は極めて高いです。

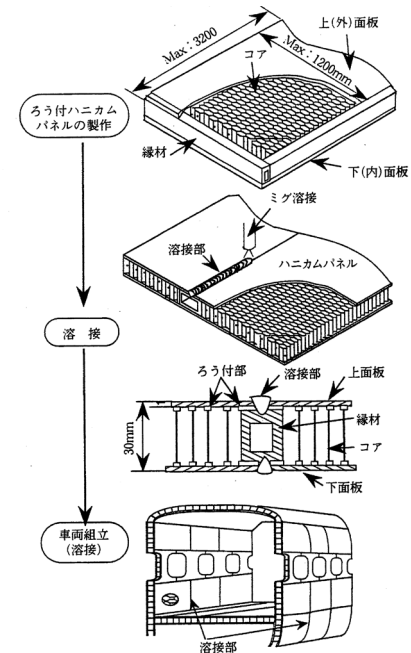
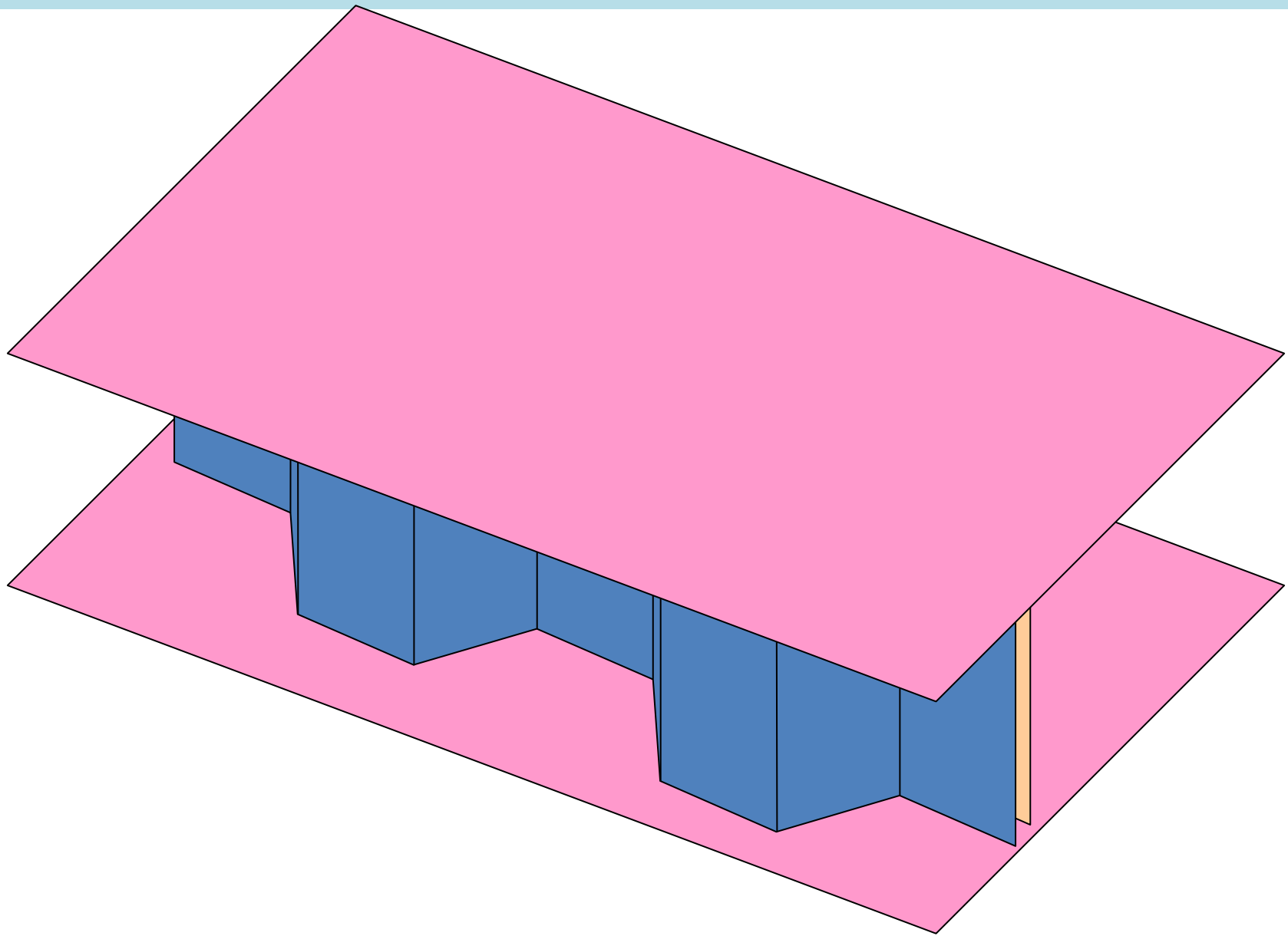


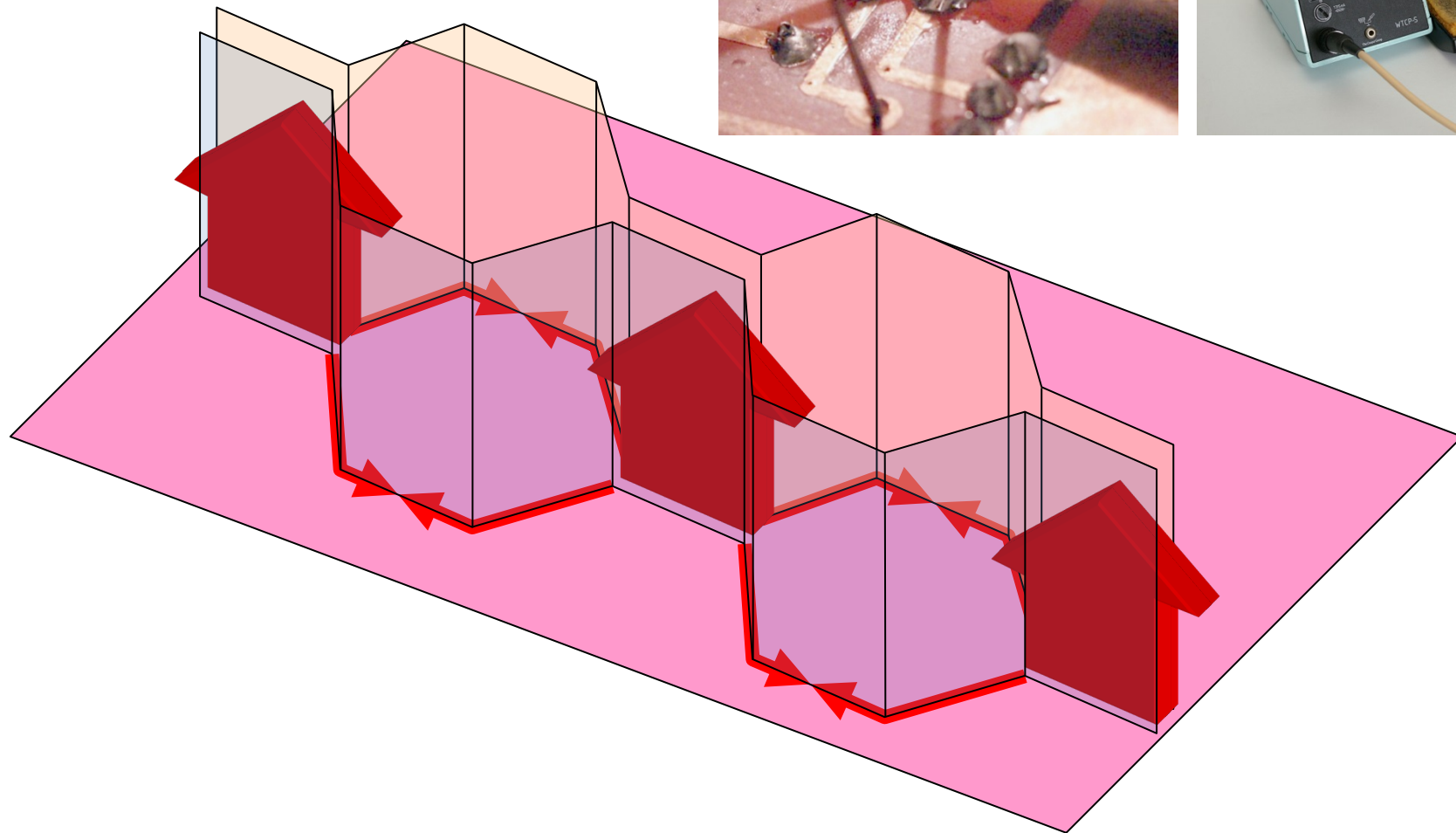
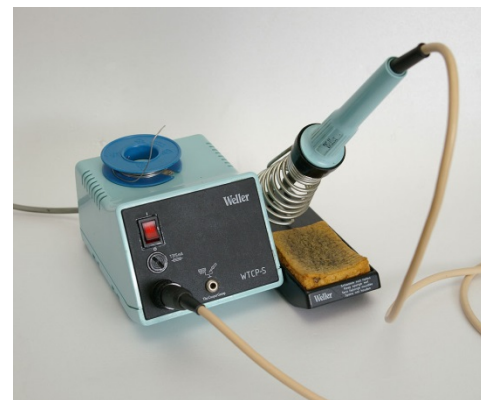
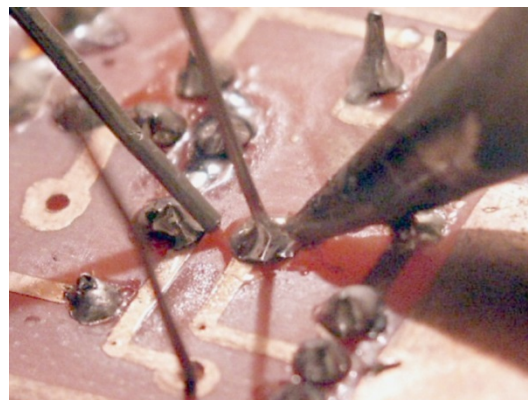
図6 ろう付アルミハニカム車両の製作プロセス



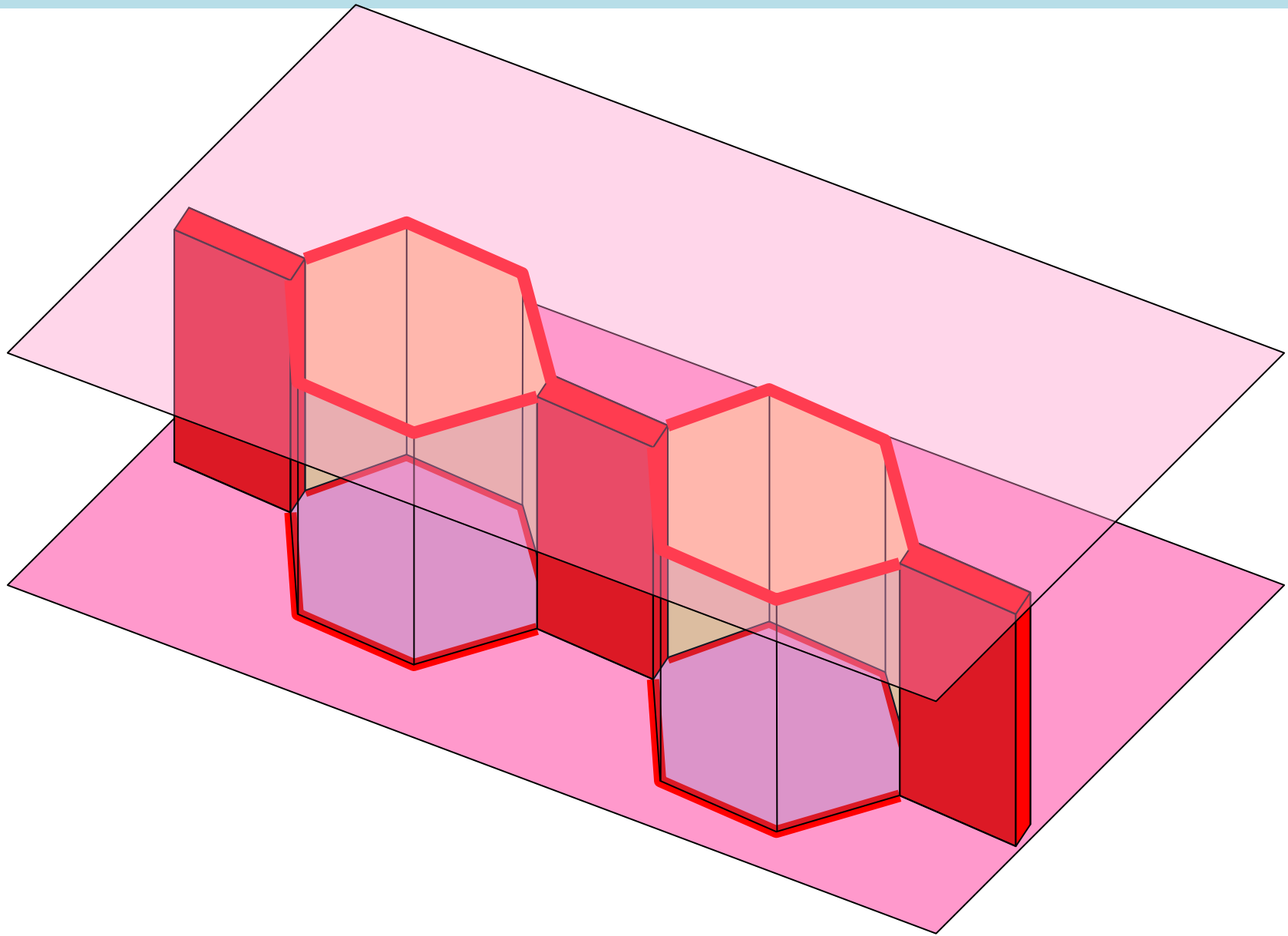
ろう付を利用したハニカムサンドイッチパネル製造方法



ろう付を利用したハニカムサンドイッチパネル製造方法

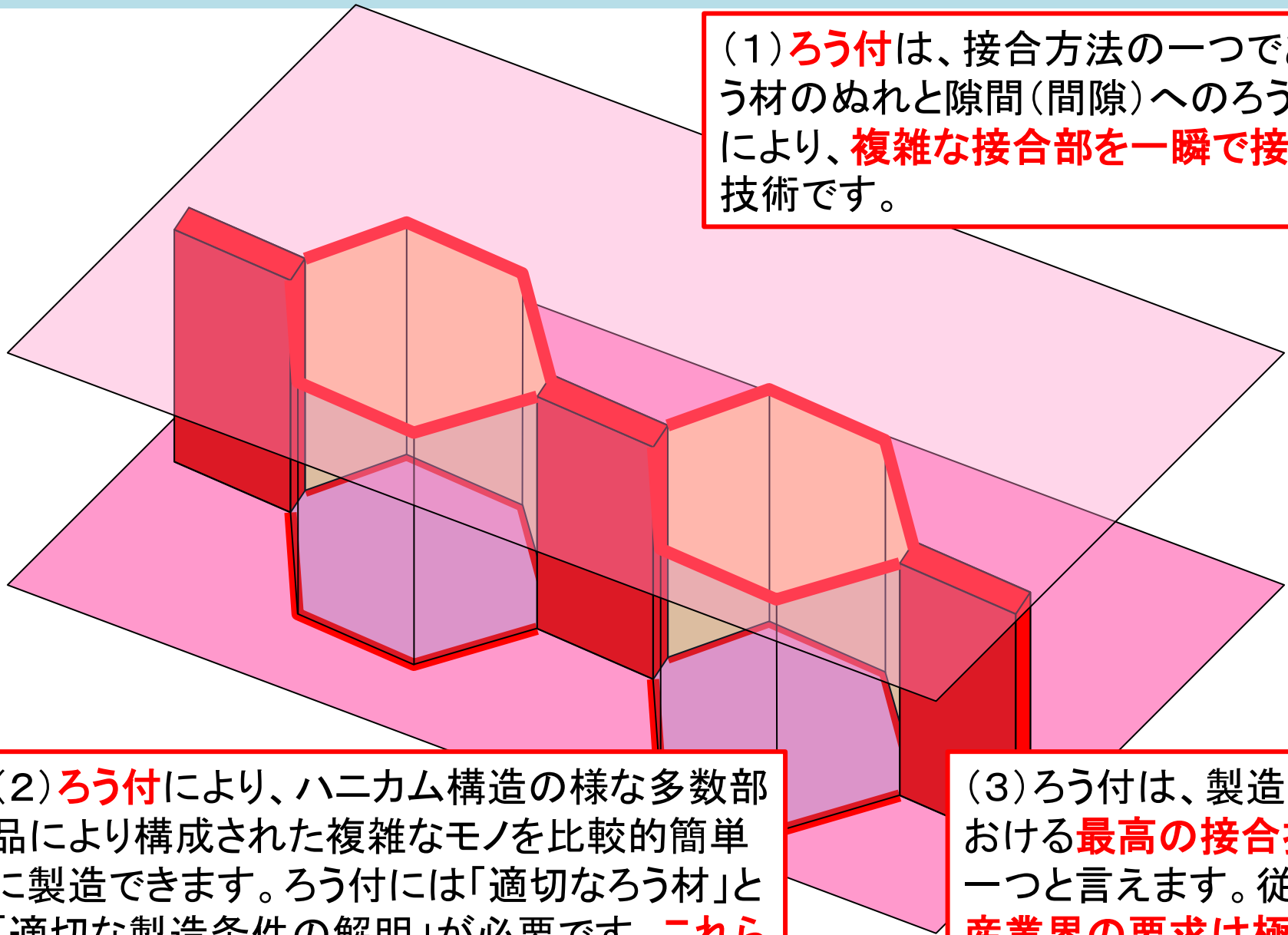


ろう付を利用したハニカムサンドイッチパネル製造方法



ろう付を利用したハニカムサンドイッチパネル製造方法

(1) **ろう付**は、接合方法の一つであり、ろう材のぬれと隙間(間隙)へのろうの浸入により、**複雑な接合部を一瞬で接合**する技術です。



(2) **ろう付**により、ハニカム構造の様な多数部品により構成された複雑なモノを比較的簡単に製造できます。ろう付には「適切なろう材」と「適切な製造条件の解明」が必要です。**これらを明らかにする研究を行っています。**

(3) ろう付は、製造分野における**最高の接合技術**の一つと言えます。従って、**産業界の要求は極めて高い**です。

天気予報衛星打ち上げに必要なロケットエンジン部品 【実物展示】

国産ロケットH2A型ロケットのメインエンジンには、ノズルスカートが装着されています。

ノズルスカートは、重要部品です。

一方、燃料が高温で燃焼するために、冷却しながら使用する必要があります。

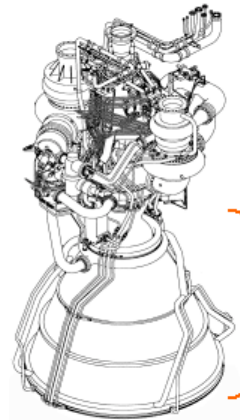
液体水素(-253℃)をパイプに通して、冷却します。

そのパイプ(実物)を持参しました。触って下さい。

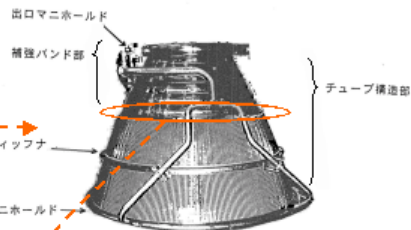
400本のパイプを釣鐘状に束ね、ろう付で接合して、ノズルスカートを製造します。

ノズルスカート冷却管の侵食状況について 別紙1

【LE-7Aエンジン】

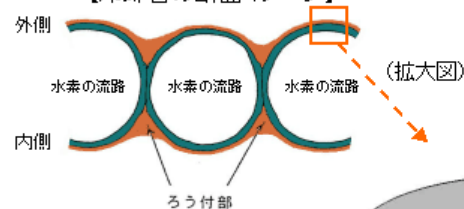


【ノズルスカート】

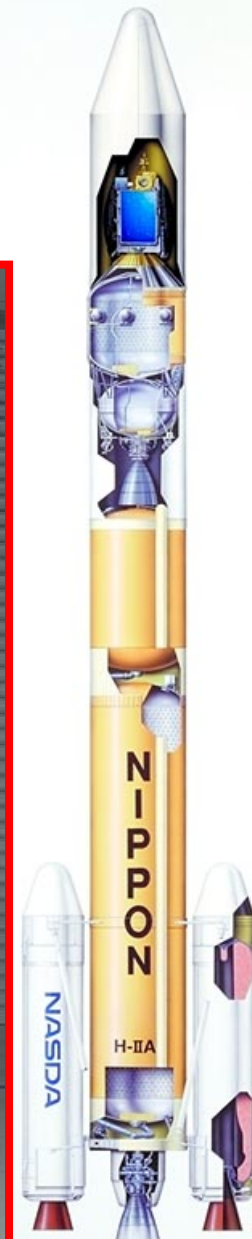
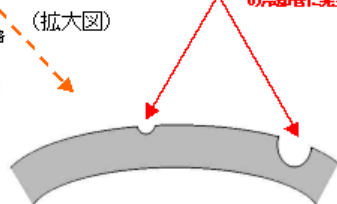


(拡大図)

【冷却管の断面イメージ】



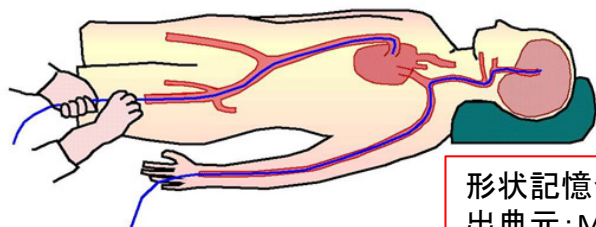
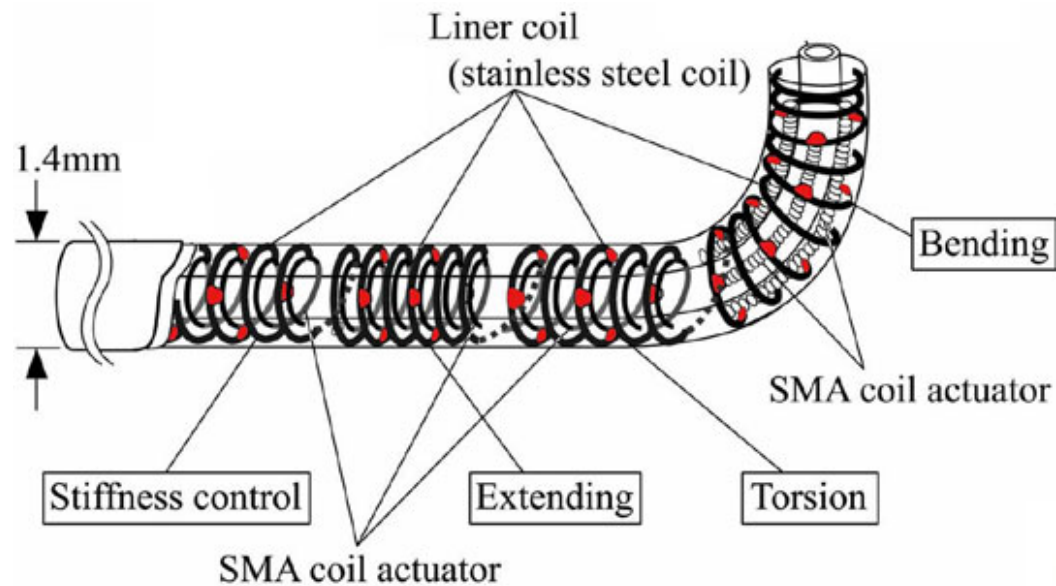
侵食 (350本中約100本の冷却管に発生)



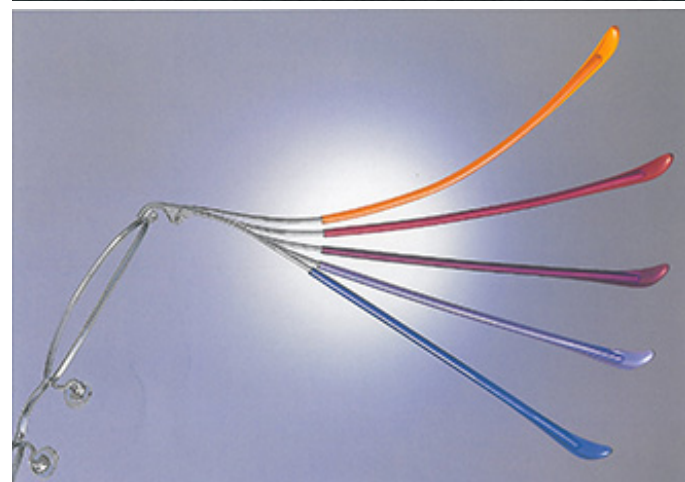
壊れないメガネ・形状記憶合金【小実験】

形状記憶合金は、形を憶えている金属(合金)です。
 特殊な方法で形を憶えさせます。
 すると、ある温度(室温、または、80℃程度、など温度は様々です)で
 憶えた形に変形します。その機能を利用した製品がメガネフレームです。
 最近、医療器具に多く用いられています。

今日は、バネ状に形を記憶させた形状記憶合金を準備しました。
 形状記憶を体験して下さい。



形状記憶合金を用いた能動カテーテル概念図
 出典元: MEMSAS(株)HP



形状記憶合金を用いた
 メガネフレーム
 出典元: 富士メガネHP

形状記憶合金を用いた
 巻き爪用クリップ
 出典元: ドクター・シヨールHP



そして、材料を使いこなす技術・接合技術 ろう付 (Brazing)

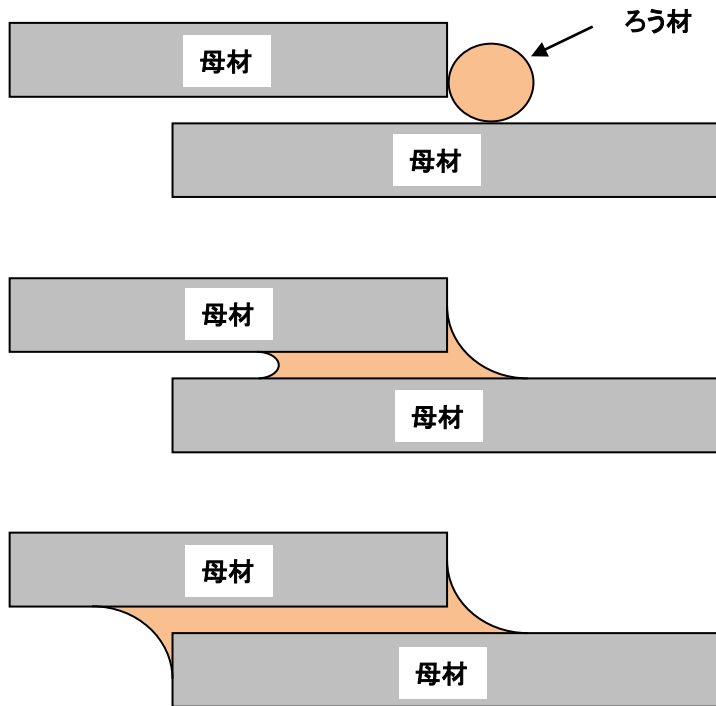
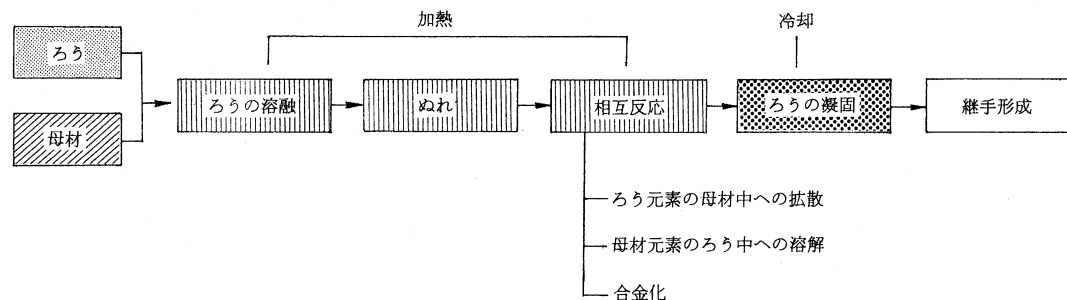


図1 ろう付技術の概念図

【ろう付とは？】

ろう付は接合技術の一種である。図1の概念図に示す通り、被接合材(母材)を、**母材とは異なる金属(主に合金、ろう材)**で接合する技術である。実際には、母材とろう材をろう材のみが溶融する温度まで加熱し、**溶融ろう材を接合部へ毛細管現象**により流入させる。さらに、溶融ろう材／固体母材間で生ずる**界面反応現象**とそれに続く**凝固過程**で界面に強固な冶金的な接合を生じさせる。



ろう付の長所

1. 母材を**ほとんど溶融することなく**、薄板や精密部品の接合が可能。
2. ろうの浸透により、複雑形状部品や多数箇所接合部品の同時接合が可能。
3. ろう及びろう付法の選択により、**異種金属同士や金属と非金属の接合が可能**。
4. ろうと母材の融点異なるので、再ろう付や取り外しが可能。
5. 最適接合条件において、母材同等かそれ以上の接合強度を得ることが可能。
6. 比較的作業が簡単で仕上がりも美麗であり、自動化や大量生産向き。

ろう付の短所

1. 加熱を伴う作業であるので、熱影響は避けられない。
2. 接合部は異種材料同士の組合せなので、継手の性質に若干影響がある。
3. **継手精度の管理に厳しさが**ある。