



## 金・銀・銅

### Gold, Silver, Bronze

Heart Transfer

Jour. HTSJ, Vol. 43, No. 182

吉田 英生 (航空宇宙工学専攻)

yoshida@mbox.kudpc.kyoto-u.ac.jp

4年前の夏といえば、何ととってもアテネオリンピック。日本の獲得メダル数は、金16、銀9、銅12、合計37個で史上最高！たいしたもんです。学校の運動会で1位になるだけでも大変なのに、区市郡町村、都道府県、全国の大会を経て、さらに世界の大会で1位になるなんて。地球上の人類64億人の頂点ですもんね。

あまりに感動したので、まず“涙”について記しておこうと思います。新編英和活用大辞典(研究社1995)によれば、“涙を流す”は、draw tears や shed tears、一方、“涙をこらえる”は、chokeback/down one's tears, fight/force/gulp back one's tears, repress one's tears などだそうです。

そんな涙と深く係わる金・銀・銅って何でしょう？ 1位・2位・3位の象徴に過ぎないと言ってしまうえばそれまでですが、そんじょそこらのものでは、命がけの勝利の象徴にはなり得ません。そこでこの機会に、物理化学的、伝熱的な側面から、金・銀・銅を調べてみました。(銅メダルの“銅”の英語はcopperでなくbronzeですから、本当は青銅、つまり合金のようですが。) 高校の化学でも習ったように、金・銀・銅は、周期表のIb属にある銅属元素に位置づけられ、化学的に安定していることが特徴です。表1に3者を比較してみました。スポーツとは異なって、何をもって優れているとするかは難しいですが、ここでは何れも値が大きいことが優れているとみなし、最大値はボードに、最小値はイタリックにしました。



まず金の原子量が大きく、密

度も大きいことに気付きます。 筆者は普段、手にすることもないので、実感もありませんでした。 よくインタビューで“この金メダルの重みはいかがですか”なんて尋ねていますが、もともと物理的に重いようです。

そういえば、Archimedes が Eureka! と叫んだのも、金の王冠と銀を混入した王冠を、比重差と浮力に基づいて見分けられることに気付いたときでした。

ところで、理科年表を眺めているうちに発見したことがあります。 単体のモル当たりの熱容量は、炭素などを例外とすると、物質が異なってもあまり変わらないのですね。 よくよく考えてみると、モル当たりということは分子数が等しいことだから、当然のことなのかもしれません。 Wiedemann-Franz の法則がほぼ成り立つ熱伝導と電気伝導に関しては、銀・銅・金の順。 伝熱の視点からは、金もたいしたことはありません。

このように、金・銀・銅も視点を変えれば3者3様。 同様に、金メダル・銀メダル・銅メダルも、単に1位・2位・3位の象徴と考えるより、もっと多様な見方ができるのではないのでしょうか。

最後に、ハンマー投げの室伏広治選手が引用していた、アテネのメダル裏面に刻まれた Pindar (518 - 438B.C.) の Olympic Ode の英訳は以下のとおりです。

***0 mother of gold-crowned contests, Olympia, queen of truth***

(<http://www.mlahanas.de/Greeks/Live/Writer/Pindar.htm> , <http://www.athens2004.com/en/Medals>)

**表1 金・銀・銅の比較**

	金 Au	銀 Ag	銅 Cu
原子量	196.97	107.87	63.55
密度 kg/m <sup>3</sup> (0 oC)	19320	10500	8960
定圧比熱容量 kJ/(kg K) (25oC)	0.129	0.236	0.385
熱伝導率 W/(m·K) (0 oC)	319	428	403
温度伝導率 x10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /s (0 oC)	1.280	1.727	1.168
電気伝導率 x10 <sup>7</sup> S/m (0 oC)	4.88	6.80	6.45
融点 oC (1 気圧)	1064.4	961.9	1084.5
沸点 oC (1 気圧)	2857	2162	2571

注： 【金メダルは銀に6グラム以上の純金でメッキ】

物理的にかなり重いことには変わりないようですが、やはりIOCの懐がとてももたないのですね。それに、メッキ金メダルを含め、オリンピックのルーツは何かとギリシャにあるのですね。

羽山 定治

(羽山技術士事務所、1997年精密、博士  
コース終了) hayama@topaz.ocn.ne.jp

### 3. 静圧技術と大型工作機械及び大型望遠鏡

大型工作機械では、数十トンから100トン以上もある移動重量物を滑らかで高精度に移動可能とするために静圧案内機構(油静圧)<sup>11)</sup>は必須の技術である。図3に大型工作機械の一例を示す。総重量1000トン、全長50mの高度に自動化された超大型プラノミラーで、全ての案内面は静圧軸受を採用している。

天文学者ヘール等により建設された1948年完成のパロマ山天文台(米国)の5m反射望遠鏡に、大型望遠鏡にとって必須の技術として、世界で初めて静圧軸受技術(油静圧)<sup>12)</sup>が開発されて以来、その後の全ての大型望遠鏡には静圧軸受が採用されている。

現在、数十トン以上もある移動重量物を極小摩擦で滑らかで高精度に移動可能とする技術は、静圧技術の他にはない。静圧軸受は流体膜で支えられているため、流体のせん断摩擦しかなく、移動速度を小さくするにしたがって摩擦が限りなくゼロに近づき、低速送りの場合でもスティックスリップが発生しない。転がり軸受では摩擦係数は非常に小さく約0.003くらいであるが、これでも発生する摩擦力により、滑らかで高精度な移動ができず、要求性能を満足することができない。

「すばる」望遠鏡の回転部総重量532トンは数十 $\mu\text{m}$ の厚さの静圧油膜で支えられ、人間一人の力で軽く動かすことができる<sup>9)</sup>。



図3 超大型プラノミラー

現在のIT及びナノテクノロジーを支える精密・超精密工作機械及び半導体製造装置等には静圧技術(油静圧<sup>11)</sup>及び空気静圧)が必要不可欠な技術となっている。これらの機械装置に静圧技術が用いられる理由は、完全流体潤滑であるために極小摩擦であることと、このために極めて高い運動精度が得られることである。

転がり軸受の場合には、転動体(ボールあるいはローラ)寸法のばらつきと転走面の形状誤差による脈

動誤差及び運動誤差が発生する。静圧軸受の場合には、滑り面間は流体膜で隔てられているために、滑り面の形状誤差が流体膜による平均化効果により運動誤差は数分の一となり、転がり軸受の場合よりさらに高い運動精度が得られる。

このように、現在も静圧技術は先端技術として活発に技術開発が続けられており、静圧技術は古くて新しい精密機械要素技術である。

## 4. 「すばる」望遠鏡の静圧軸受システム

### 4.1 仕様の概要

環境条件： 標高 4139 m、0.6 気圧、外気温度 - 20 ~ + 20

耐用年数： 50 年

構成機器： 静圧軸受一式、油圧発生装置、電気・油温制御装置、  
アキュムレータスタンド、油回収タンク

静圧油温制御精度： ± 1.0

### 4.2 静圧軸受諸元及び静圧軸受配置

静圧軸受諸元を表 1 に示し、図 4 に静圧軸受配置を示す。「すばる」望遠鏡の可動部は全て静圧軸受で支持されており、静圧軸受は 5 種類で合計 18 個ある。「すばる」望遠鏡の可動部は、望遠鏡全体を回転させる方位軸 AZ (Azimuth) と鏡筒部を旋回させる高度軸 EL (Elevation) で構成されている。回転部総重量 532 トンは直径 16m のベッド上で 6 個のスラスト軸受 AZ - A (2 個)、AZ - B (4 個) により支えられ、鏡筒部重量は 4 個のラジアル軸受 EL - R により支えられており、これらの軸受の支持荷重は大きくポケット圧力は高い。

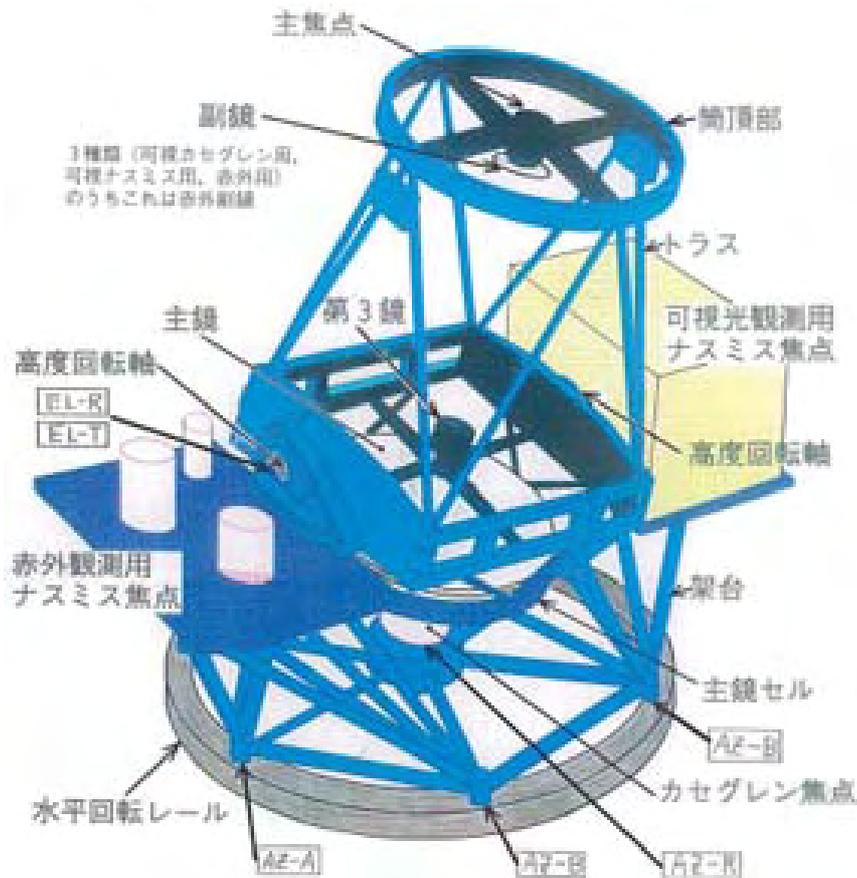
AZ - R は望遠鏡全体の回転中心を案内する 6 個のラジアル対向静圧軸受、EL - T は鏡筒部をはさんでいるスラスト対向静圧軸受であり、これらの軸受の支持荷重は小さくポケット圧力は低い。

表 1 静圧軸受諸元 [出典：文献 1)]

「すばる」望遠鏡の静圧軸受が大型工作機械の静圧軸受と大きく異なるのは、大型工作機械の静圧軸受は広い面積で支持するのに対して、AZ - A、AZ - B 及び EL - R の場合、高荷重局部支持で

	EL		AZ		
	EL-R ラジアル	EL-T スラスト	AZ-R ラジアル	AZ-A スラスト	AZ-B スラスト
荷重 ton	80	10	18	136	65
パッド寸法 cm	38 × 48	28 × 42	48 × 48	62 × 62	44 × 44
静圧スキマ μm	55	50	50	70	70
ポケット圧力 MPa	6.1	1.3	1.2	4.8	5.1
静圧方式	定圧方式	定流量方式	定流量方式	定圧方式	定圧方式
絞り方式	可変絞り弁	温度感応形 流量調整弁	温度感応形 流量調整弁	可変絞り弁	可変絞り弁
軸受個数	4	2	6	2	4

あることと、望遠鏡本体の剛性が大型工作機械よりかなり小さいことである。このために、後述のように複合材による剛性の大きい静圧パッドと自動調心機能の開発が必要であった。



(つづく)

図4 静圧軸受配置

—— 京機短信への寄稿、 宜しくお願ひ申し上げます ——

【要領】

宛先は京機会の e-mail: [jimukyoku@keikikai.jp](mailto:jimukyoku@keikikai.jp) です。

原稿は、割付を考慮することなく、適当に書いてください。MSワードで書いて頂いても結構ですし、テキストファイルと図や写真を別のファイルとして送って頂いても結構です。割付等、掲載用の後処理は編集者が勝手に行います。

宜しくお願ひ致します。

## 関東支部「第7回異業種交流会」のご報告

- JFEスチール東日本製鉄所（千葉地区） -

平成20年7月4日（金） JFEスチール東日本製鉄所（千葉地区）において関東支部第7回異業種交流会および懇親会を開催しました。参加者は1953年卒の村山様から2002年卒の寺内様までちょうど50年間の卒業生、総勢38名となりました。

交流会で弊社千葉地区の主力ラインである第6溶鉱炉、第3連鑄工場および第3熱間圧延工場を見学いただきました。見学後の質疑では製鉄プロセスから環境問題までさまざまな視点から活発な議論が行なわれました。製鉄所の見学は前日までの雨が上がり非常に蒸し暑い一日となり汗だくで大変でしたが、その分懇親会のビールの味は格別のものとなりました。またさまざまな世代・業種の方々と懇親を深めることができ、非常に有意義な1日となりました。

（文責 高土 昌樹 1990 卒、JFEスチール株式会社）



## 5年目の文楽鑑賞会

松久先生の主導で京機会関西支部に京機サロンが発足して5年になり、講演会や合宿など様々な行事が行われてきましたが夏休みの時期に文楽鑑賞というのも定着してきた感があります。

アートとサイエンスは知識の基盤であるのに、工学がサイエンスに傾斜しすぎて知識バランスの偏頗な卒業生が増えている。そのことが創造力のある技術者を生み出し難い原因ではないか、あるいは技術者から管理職となった時に力を発揮できない遠因となっているのではないか。卒業生への継続教育サービスの一環としてバランスの取れた知識を習得してもらうために京機サロンを造ったのであるから、地元関西で最高級レベルにある舞台芸術である「文楽」を鑑賞するというのも有意義

であるという理屈付けで実施してきましたが、次第に趣味の観劇という色合いが濃くなり、現在ではリタイアされたご夫妻が過半を占めるようになりました。最初の人生でアートと縁遠かった方も、第二の人生でバランスを取っていただくお手伝いをするというのは、卒業生への究極のサービスなのかもしれません



が皆様方のご意見を頂戴できれば幸いです。 担当世話役 並木宏徳(1969年卒業)

## 文楽 京機サロン

平成20年8月2日(土)実施

緞帳が上がリ、三色の幕が開くと「チョンチョン」と杵が鳴って、「東西トウザイ、ただ今相勤めまする・・・」、つづいて、渋い大夫の声に三味線で開けて行く近松門左衛門の世界も、回を重ねて随分と身近なものになった。今年の演目は、「お夏・清十郎 五十年忌歌念仏」的一幕と、「鑓の権三重帷子」。ほぼ満員の入りのうち、大夫の床に近いところに席を取っていただいた。

「昔は文楽に来るには勉強をして大体のことが頭に入っていて当たり前、といった雰囲気の時もあったが、近頃は観客に親しんで貰えるように随分と工夫が凝らされている。なんと言っても有り難いのは、大夫の語っている義大夫節の章句が、テロップで舞台上面に逐次映し出されることである。舞台の場面の進行が自然と判った上で、劇を楽しむのは当たり前のことだが、これが無かった時には、床本と舞台の両方を目で追わねばならず、たいへんな事であった。

上演される演目もずいぶんと手が入っている。「鑓の権三重帷子」の床本を帰ってから日水文学大系の近松浄瑠璃集のテキストと比べると、長さが半分以下になり、元のテキストにある細かい話をすっぱりと取り除いて、話の筋が随分と明快にしてある。その上で本来の様式を生かして、納得の行く話運びにまとめ、退屈なしにドラマの面白さを楽しませてもらえる。

源平の時代など、昔の侍の話を扱った「時代物」は、当時の人間関係の重苦しさに耐えかねるところもあるが、当時の現代劇である「世話物」は、市井の人情を扱

い、それが今の人情とつながるところが多いので、話に共感を持って見て聞くことができる。その上で、近松独特の話運びがなんとも面白い。「鑑の権三重帷子」もそのような話の筋の面白さで一杯である。テロップのおかげで劇の進行が良く判るので、近松の話運びを十分に楽しむことができた。

劇の後の一献もまたたいへん値打ちがある。久闊を叙しながら、今見た文楽の場面を種に、勝手なことを話し合えるのは何物にも代え難い。幹事様達にはご苦労ながら、このような催しがいつまでも続けられることを願いたい。

(京機サロン・文楽に寄せて 小浜弘幸 昭和32年 河本研究室)

### お夏清十郎 「五十年忌歌念仏」

京機サロンでの文楽観劇に先立ち、姫路市内所在の景雲寺にある「お夏清十郎」ゆかりの比翼塚を訪ねました。それは静かな境内の一角にありました。近松原作の悲恋物語は最近では地元でさえ人口に膾炙することが希になっています。今回の出し物「笠物狂いの段」は悲恋の後日談でしたが、全てを失った哀れなお夏の心情がしみじみと表現され大変印象的でした。近松の原作を再度読み直してみたいと思っています。



(1962年卒業 近藤正義)

# 徒然グラ： 第八十一段

8月10日は「道路の日」。写真は名神高速道路481.6km地点にある「日本で最初の高速道路 名神起工の地」

国鉄の東海道本線は、新逢坂山トンネルと東山トンネルが開通する大正10年以前、京都～大津間は、京都～稲荷～山科～大谷～馬場(膳所)～石場～大津(浜大津)でした。このうち、稲荷～馬場は、後に名神高速道路に転用されました。

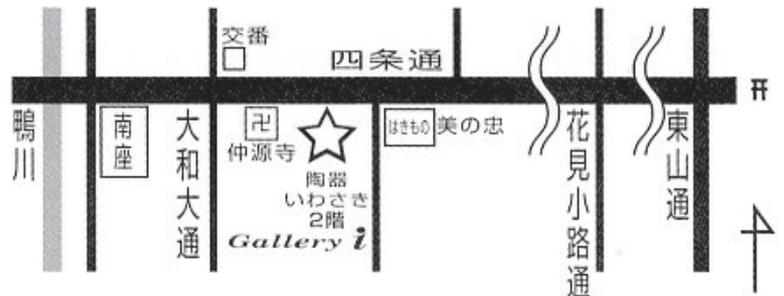


<http://rockz.dip.jp/Touring2006/Touring20060729.html>

## 展覧会のご案内

機械系事務室の中尾さんは、実は日本画家です。京機会本部の事務室にも、彼女の絵を数点、無料で飾らせて頂いております。多謝。

今般、  
京都市東山区祇園町南側 584  
Gallery i <tel.075-525-3203>  
で、8月19日から24日まで  
個展を開かれます。ぜひ、ご覧  
下さい。



# 京都大学フォーミュラプロジェクト



京都大学フォーミュラプロジェクト KART  
プロジェクトリーダー 鯨岡絵理

E-Mail : BALEINE@514.mbox.media.kyoto-u.ac.jp

チームHP <http://www.formula-kart.org/>

気が付けば毎日蝉の鳴き声を耳にするこの7月、大学ではテスト期間と言うこともありまとまった作業時間を取ることは困難でしたが、試験の合間を縫って車輛の調整を重ねて参りました。また、個々人が時間を見つけては作業にあたり、車輛のクリティカルな問題もほぼ解決に向かっていきます。7月は北陸地区ドライビング講習会や関西学生フォーミュラ委員会主催の日信工業株式会社様によるブレーキ講習会に参加したりとメンバーのスキルアップにも尽力した1ヵ月でした。また、本年度車輛 YJ-R06 においては以下のような取り組みのもと着実に歩を進めて参りました。

## 空燃比調整

シャシダイナモを用いてエンジンの空燃比調整を行いました。本年度は早期におおまかなマップを作成し、このマップをもとに実走行を重ねることで細かな調整を行い、狙い通りのエンジン特性に仕上げる予定です。



## 走行会

7月は計3回の走行会を実施しました。これらの走行会では、車輛が持つ問題を洗い出しそれらを確実に潰すこと、と同時にエンジンの細かな制御を詰めて行くことを目標としました。シェイクダウンから1ヶ月が過ぎた今、YJ-R06は快調にテスト走行を進めています。8月にも走行会を多く計画しており、今年も暑い夏になりそうです。



今後は、夏季休業を車輛の調整とドライバー練習のためにフルに使い熟成の期間として参ります。

## 書類審査突破！

第6回全日本学生フォーミュラ大会の書類選考結果が発表されました。書類の作成に苦心した甲斐あって、京都大学 KART は無事に大会への切符を手に入れました。大会には、KART の総力を結集した最高の車輛を持って臨みます。是非ご期待下さい。

## ご支援のお願い

京都大学 KART ではスポンサー様(一口5万円からお願いしております)、及びサポーター様(一口5千円からお願いしております)を常時募集しています。 車輛の熟成のためにはデータの採取、ドライバーの育成のためにも可能な限り多くの走行会を開催する必要があります。 そのため今後も度重なる出費がかさむことは避けられません。 大会までに悔いの無い車輛に仕上げるためにも出来るだけ多くの方々にご支援のご協力を頂ければ幸いです。 これまでの実績と京都大学の名に恥じぬ良い結果を残し、スポンサー、サポーターとなってくださった皆様方に胸を張ってお礼とご報告が出来るよう努力を惜しまぬ所存です。 何卒よろしくお願い致します。

### KART チーム口座

京都銀行 銀閣寺支店 (店番号 141)

口座番号：普通預金 3242776

口座名義：KART FA 横小路 泰義

ご質問等ございましたら前記連絡先まで、メールにてお気軽にご連絡頂ければと思います。