解 説

保 冷 材 料

中 川 洋*・高 橋 和 雄*

(昭和40年8月12日受理)

Insulation Materials for Low Temperature service

Hiroshi NAKAGAWA and Kazuo TAKAHASHI

(Nippon Sanso Co., Ltd. Tokyo Factory)

1. はじめに

20年前には小さな金属魔法瓶に入れて大切に扱われていた液体窒素や液体酸素などの低温液化ガスは今ではタンクローリーで数百kmも離れた遠隔地でも運搬され、手軽に使用されるようになってきた。また数年前まではごく限られた分野でしか利用することのできなかった液体ヘリウムも、昨年から市販されるまでになり、基礎科学の研究上大きな貢献をなしつつある。このように低温に関する技術の急速な発達はまだ目にみはらせるものがあるが、陰の功労者としての保冷材料や断熱法の開発も忘れてはならないものの一つであろう。

本稿では保冷材料として良く用いられているものについて簡単に解説を加えたいと思う。ただし筆者はこの方面の専門家ではなく、単なる使用者の1人であり、記述に徹底を欠くかも知れない。

2. 保冷材料としての必要条件

- (i) 熱伝導率が小さいこと、保冷材に限らず保温材でも熱伝導率の小さい方が望ましいことは当然だが、高温を作り出すよりも低温をつくりだすことの方が技術的に困難であり、費用も掛る。したがって得られた寒冷を逃さないようにするため、とくにこの点に注意する必要がある。
- (ii) 吸湿性の小さいこと。保冷材は常に空気中の湿気と呼ばひ、結露しやすい条件で使用されることが多い。保冷材の内部で結露し、または氷結したりすると極度に熱伝導率が大きくなり、保冷材としての性質が失われてしまう。
- (iii) 密度が小さいこと、保冷材自身が非常に重い

と充填部分の強度を大きくしなくてはならなくなり、容器の運搬、移動についても簡単にはいかなくなる。

- (iv) 施工が容易であること。(作業性のよいこと)
- (v) 安全使用温度範囲が広いこと。とくにある種の保冷材は充填後に温度をあけて排気を行ない、脱気を促進させる操作をすることがあるが、この場合の保冷材は単に低温でいいということではなく、高温にも耐えることが必要となる。
- (vi) 強度が大きいこと、とくに低温時における強度が充分あること。
- (vii) 化学的に安定なこと。(耐酸、耐アルカリ性耐燃性のこと)
- (viii) 安いこと。

3. 保冷材料の種類

一般に保冷材料というと、冷凍装置や冷蔵庫などの保冷に用いられる材料くらいに考える方が多いと思う。そしてこれら一般保冷工用材料としては10年ぐらい前までは炭化コルクが大部分を占めていた。しかし最近では新しい品質のものが続々と開発され、発泡材が大半を占めているようである。一方極低温における保冷材は以上のような一般用とは全く異なった使い方をしており、保冷効果も格段と向上している。したがって一口に保冷材と称しても多種多様であり、使用にあたっては充分に調査の上、最も適したものを選ぶべきである。第1表は広く市販されている保冷材の種類と熱伝導率等をまとめたものである。

3.1 無機質保冷材——粉末材

3.1 パーライト (Perlite)

製法 真珠岩、黒曜石、松脂岩などを原石とし、これ

* 日本酸素株式会社東京製作所(東京都大田区下丸子町304)

第1表 各種保冷材の性能

名	称	かさ比重 (kg/m ³)	熱伝導率 $\lambda \theta$ Kcal/m ² h ² °C (θ =平均温度°C)	使用可能温度 範囲 (°C)	吸水率 (Vol %)	市販商品名	主 要 用 途	備 考
無機質保冷材	パーライト	64	0.025 (0°C)	-250~+700	0.5	Perlox, Permalite, Tufflite	極低温機器保冷用 冷凍倉庫保冷用	建材用、園芸用、濾過助材などにも用いられる。
	パーミキュライト	100~180	0.04+0.000011 θ	~+1000		断熱キヤスタブル Vermiculite	保冷壁材、耐火レンガ	単体として用いられることは少なく、ケイソウ土、セメントと混合使用。
	シリカエアロゲル	60	0.022 (0°C)	~+1000	3	Santocel	保冷用、その他添加剤として多方面に利用	
	グラスウール(A)	60	0.026+0.00013 θ	~+350		スーパーフアファイ ン、グラスロン、 フェザーグラス、 マイクログウール	冷蔵庫保冷、ビル防音空気 分離器保冷	弾力性、復元性にとんでいる。セ ンシ同志の接着はフェノール系 樹脂
	ロックウール	200	0.033+0.00013 θ	-150~+600			空気分離器保冷、保温建 材	不燃性、セニイ状のものの他に 板状、円筒状成型品あり。
発泡材	スラッグウール							
	フォームグラス	184	0.0407+0.000180 θ	~+450	0.04		極低温機器保冷	殆んど吸湿しない、不燃性
有機質保冷材	塩化ビニール フォーム	42~194	0.013+0.000108 θ	-200~+70	0.2	エアレックス、ビ ニクル、ビニテック ス	保冷壁	完全密閉独立気泡性、自己消火性 木工機械で加工可能
	スチレン フォーム	15~35	0.0288+0.000123 θ	-50~+70	0.25	スタイロフォーム	保冷壁 建材用	若干燃焼性あり、薄いシート状に したものもある(スチレンペーパー)
	ユリア フォーム	10~11	0.0283+0.000144 θ	-200~+100	7.6 wt%	ダイヤフォーム レアベース	保冷壁 建材用 (吸音材)	極めて軽量、現場発泡容易。
	フェノール フォーム	44~72	0.025+0.00011 θ	-60~+150	1.8	ハイラック	化学機器保冷用 建材用	不燃焼性、電気絶縁性、吸音にす ぐれる。
	ポリウレタン フォーム	27~80	0.0325+0.000136 θ	~+120	1.0		保冷用 建材用	現場発泡容易、電気絶縁性、耐候 性、耐薬品性にすぐれる。
	ゴムスポンジ	86~158	0.0310+0.000136 θ	~+70	4.1	Onazste, ホーム ナイト、コーボラ イト、みささボー ード	保冷用 工場保温	難燃品もある、木工機械で加工可 能。
	炭化コルク	118~186	0.0368+0.000079 θ	-50~+130	10~19		保冷用	他の断熱材と組合せたものが使 用されている。

〔註〕 1. 数値はカタログ値であり、代表例を挙げただけである。

2. 積層断熱に使用されるようなものは除いた。必要の方は本誌6巻7号「低温における断熱法」を参照されたい。

3. 上記の他粉末保冷材としてはかなりあるが一般的でないのを除いた。

第1図 保冷用パーライト（三井パーライト）

第2表 パーライトの化学成分

	三井パーライト 製品	Autonito(米コロラド州)		Magdalena ²⁾ (ニューメキシコ)	
		原 鉱	製 品	原 鉱	製 品
SiO ₂	75.5	73.2	75.1	62.2	
Al ₂ O ₃	15.3	13.9	14.1	18.2	
MgO	—	0.3	0.4	0.9	
CaO	0.12	0.9	0.9	2.3	
Fe ₂ O ₃	0.9	0.8	0.8	2.7	
FeO	—	—	—	Tr	
Na ₂ O	3.5	3.6	3.7	2.6	
K ₂ O	4.0	4.0	4.0	2.7	
TiO ₂	—	0.1	0.1	0.5	
MnO ₂	—	0.1	0.1	—	

らを粉碎し、粒子径によって分別した後、800～1200℃に急熱すると粒子中の結晶水が蒸発し、あたかもポップコーンを製造するように膨脹した中空状のガラス質の球状物質が得られる。体積膨脹比は10～15倍、もっとも条件がよい場合は30倍にもなるといわれている。第1図は保冷用パーライトの顕微鏡写真である。

化学成分 元鉱石の産地により、若干異なる。第2表にその1例を示す^{1,2)}。

粒度分布 パーライトの粒度は使用目的によりある程度調整されている。通常低温断熱用と保冷用の粒度分布は第3表に示すようなものである。

保冷効果 保冷用パーライトは常圧で使用するもので、熱伝導率と温度の関係は第2図の通りで、低温になるほど効果があがる。しかし低温になると吸湿が激しくなるので、充填部は密閉構造にせねばならない。更に一步進めて、パーライト充填部を真空中に排気することにより、高効率な断熱を行うことが可能となった。これは気体の熱伝導率が圧力を下げることににより気体の平均自由行程

第2図 保冷用パーライト（常圧使用）の温度と熱伝導率の関係

第3表 保冷用パーライトの粒度分布（通過容積%）¹⁾

フルイ 種類	mm	mm				カサ比重 (kg/m³)
		1.2	0.6	0.3	0.15	
保 冷 用	100	45—70	15—40	5—20	50	
真 空 断 熱 用	100	65—85	15—30	5—10	65	

が二壁間の間隙よりも長くなると圧力に比例して減少するということを利用したもので、空間を粉末で埋めさらに真空中にすることにより、悪い真空度で良い結果が得られるものである。また二壁間に充填した粉体により輻射の影響が小さくなり、粉末自体の熱伝導も粉体が点接触しているため、非常に小さいので全体としてかなりの効果がある。第3図は国産の三井パーライト（真空断熱用）の熱伝導率と真空度の関係を示したものである。Fulk³⁾やKropschot²⁾らはパーライト中に金属微粉を混ぜて輻射の影響を更に小さくして断熱効果を向上させることに成功した。

興味のある方は原文献^{2,3)}又は総説⁴⁾を参照されたい。

3.1.2 パーミキュライト (Vermiculite)

製法 パーミキュライト(蛭石)とは天然の蛭石を1000℃くらいで急熱すると膨脹することにより製造するもので、剝離した細片があたかも蛭のようにのびて10、30倍の大きさになる。蛭石の産地は南アフリカ連邦、イギリス領東アフリカ、北米、我が国では福島県に鉱床がある。

化学成分 我が国でとれる鉱石は一般にペグマタイト鉱床のセン緑岩中の黒雲母が風化したものが大部分といわれており、その組成は K₂O 6～7%、Al₂O₃ 25～50%、SiO₂ 40～50%、H₂O 5%、その他少量の CaO、MgO、Fe₂O₃ などが含まれている⁵⁾。

特徴 蛭石は雲母の一種であり、軽量で安全使用温度が高い。しかし単独で使用することは少なく、多くは他の断熱材と組合されて用いられる。アルミナセメントその他と混合したものを断熱キャストブルと称して保冷保

第3図 真空断熱用パーライトの熱伝導率と真空度の関係
充填密度 64kg/cm³, 温度+30°Cと-196°Cの間

温に用いられる。

3.1.3 シリカエアロゲル (Silica Aerogel)

製法 この微粉末はサントセルの商品名でよく知られているシリカゾルを乾燥し、溶液中の水をアルコールで置換し、オートクレーブ中でアルコールの臨界圧力を維持しつつ臨界温度以上に加熱し、次に温度を保ちつつ圧力を下げることにより、アルコールを追い出して気孔をもったものを作る。

性質⁶⁾ 白色の超微粒子で粒子の大きさは平均4~15 mμ, 1gr のゲルは平均 1100×10¹⁵個の粒子の集りで、その表面積は175m² (BET法) と言われている。組成はほとんど純粋の珪酸である。

SiO₂ 99.7%以上、H₂O 0.2~2.0% Al₂O₃ 0.06%以下 Fe₂O₃ 0.003% TiO₂ 0.03%

比重は、60gr/l, 水を10%加えて糊状にしたときの水素イオン濃度は5、屈折率は1.45である。

保冷効果 超微粒子でその上、気孔をもっており熱伝導率は静止空気の数値0.02 kcal/mh·cにほぼ等しい。更にパーライトの場合と同様に真空に引くことによって良い結果が得られている。第4図はシリカエアロゲルの熱伝導率と真空度の関係を示したもので、比較のためにパーライトの場合も示してある。この図で明らかのようにシリカエアロゲルの場合は悪い真空度でもかなり低い熱伝導率である。しかし反面、真空に引くことは非常に困難であり、排気の方法、引口管構造には十分な考慮が必要である。

3.2 無機質保冷材——繊維材

3.2.1 グラスウール (Glass Wool)

製法 溶融ガラスから紡糸したガラス繊維を集め、熱硬化性樹脂で接着し、所定の形にしたものである。樹脂は普通フェノール系が使用され製品は黄色、又は褐色を

第4図 平均熱伝導率と圧力の関係³⁾

呈する。

性質 グラスウールはガラスの一般的性質のほかに、特異な性質を有している。中でも引張り強さは非常に大きく、直径 5μ, 平均の長さ18.6cm の引張り強さは 233 kg/mm² にもなる。電気絶縁抵抗値も高く、耐熱性もある。耐薬品性はガラスとしての性質から耐久力はあるが表面積が大きいため侵されやすいのは止むを得ない。

特長 軽量、吸音特性が良い、弾力もあり復元力がある。取扱い容易、耐薬品性良好。

3.2.2 ロックウール及びスラッグウール (Rock Wool and Slag Wool)

製法 ロックウールは主として玄武岩、安山岩などの火山岩を溶融し、高压の空気で吹きとばして繊維化したもので、スラッグウールは製鉄の場合にできる鉱さいを繊維化したものである。

性質

ロックウールの組成は SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO で90%を占めている。繊維の太さは、0.002~0.01mm, 長さは100mm 以下が普通である。繊維自身はほとんど吸湿することはないが、繊維間に水分が侵入することはない。したがって保冷材として用いるためには気密二重槽にすることが必要となる。又、酸には弱い欠点がある。空気分離装置に応用した場合の例からみて問題となるのは硫化物としての硫黄含有量であって、これが多いと空気中の水蒸気と結合して硫酸となり装置腐蝕の原因となる。又、繊維状にならず粒子状のまま残ってしまうものが多いときは密度が大きくなるばかりで保冷効果にはむしろ悪影響を及ぼすことになるので、鉱滓粒子含有量を注意する必要がある。

3.3 無機質保冷材——発泡材

フォームガラス (Foam Glass)

製法 粉碎した硝子に発泡剤を混ぜ金型に入れて炉内で焼成、ガスを多量に発生させて多孔質のものにする。

発泡剤としては油煙、ドロマイト、炭酸カルシウム等が用いられる。

性質 色相黒、圧縮強さ $10\sim 15\text{kg/cm}^2$ 曲げ強さ 4kg/cm^2 、気孔率 92%、電気抵抗 $6.7\times 10^{10}\Omega$ 、耐薬品性大、不燃性。

特長

軽量、吸湿しない、加工容易で金鋸で切断できる。防音性に優れ、不燃性である。尚、欠点として急激な温度変化には弱い。

3.4 有機性保冷材——発泡材

3.4.1 塩化ビニルフォーム (PVC Foam)

塩ビフォームは軟質と硬質の二種類がある。軟質は連続気泡で保冷材には適さずクッション材として用いられる。硬質は独立気泡であり保冷材として使用されている。

製法

樹脂粉末に安定剤を加え、型に入れて圧縮しながら加熱し、樹脂をゲル化し、冷却後圧力を下げ、再加熱膨脹処理を行う。

性質

引張り強さ $5.9\sim 17.1\text{kg/cm}^2$ (-40°C)、曲げ強さ $6.1\sim 23.2\text{kg/cm}^2$ (-40°C) 比熱 $0.32/20^\circ\text{C}$ 、 $0.178/ -195^\circ\text{C}$ 、自己消火性。

特長

密閉独立気泡であるから吸湿、吸水性がない、耐薬品性大、自己消火性で安全、機械的強さが大きい、経年変化がなく、加工容易。

3.4.2 ポリスチレンフォーム (Polystyrene Foam)

製法 ポリスチロール樹脂に発泡材として、塩化メチル、エーテルなどの揮発性物質を用い、高圧下で混合小さな球状とし、これを型に入れ蒸気加熱を行なって軟化、発泡させ、ブロック状とする。ビーズ・ボード法 (Beads Board Method) とモノリスティック・ボード法 (Monolithic Board Method) の二製法がある。

性質 色：白、独立気泡のスポンジ状で軽量、吸水性小、適度のクッションがあり、加工容易、高温では熱変型収縮をおこすので 70°C 以下で使用するべきである。薬品に対しては石油系溶剤には侵されやすいので注意を要する。問題は燃焼性が若干あることで、難燃化のための努力が払われている。

特長 軽量、独立気泡状のため保冷材として適す。加工容易 (鋸、ナイフ等で切断できる) 施工簡単 (接着材でつく)

3.4.3 ユリアフォーム (Urea Foam)

製法 種々の方法があるが、最も簡便なのはユリア樹

脂液及び硬化液を別々に容器に入れ、発泡噴射装置に送って発泡させるもので、泡は約30秒後に流動性を失い、硬化が始まる。

性質 独立気泡であるが一部連続化したところもある。比重は非常に軽く、耐寒性もある。耐熱性は 100°C ぐらいまでが安全使用範囲である。薬品に対しては有機溶剤ならば問題ないが、無機酸、有機酸、アルカリには弱く、特に蟻酸には抵抗力がない。吸音特性良く、自己消火性である。樹脂そのものに吸湿性があるので、フォームもかなり吸湿性を有する。

特長 現場発泡容易、軽量、原料豊富、安価、自己消火性のため安心して使用できる。

3.4.4 フェノールフォーム (Phenol Foam)

製法 液状フェノール樹脂と酸性触媒を常温で混合して硬化とともに発泡を起させる。発泡材はアルミニウム、亜鉛、鉄などの金属炭酸塩である。日本の某社ではこの方法と全く異なったやり方を開発したといわれている。

性質 色は黄又は茶褐色、従来のフェノールフォームは吸水性大と考えられていたが最近は改良され、保冷材に適したものが製造されるようになった。強度は密度と深い関係があり、低密度のものは衝撃に弱い。低温における強度は常温時より増し、熱サイクルをかけても異常は認められない。難燃性で自己消火性があり、耐薬品性は濃硝酸のごとき強酸と強アルカリには侵されるが他の無機酸、有機酸には強く、耐候性もある。

特長 軽量、安価、難燃性、熱伝導率が他の発泡材より小さい。

3.4.5 ポリウレタン・フォーム (Polyurethane Foam)

製法 イソシアネートとポリエステルまたはポリエーテルに水を加えて反応させ炭酸ガスを発生させて、フォームとする。通常二液の混合したものを型に入れて、発泡させる。ポリエステル又はポリエーテルの種類、配合を変えることにより軟質または硬質のフォームが得られる。水の代りに安定な低沸点揮発性溶剤を加え、反応熱により発泡する方法もある。溶剤にはフレオン-11、トリクロロ、モノフルオロメタン (CCl_3F) などが用いられる。

性質 熱伝導率は製法を変じ気泡中にフレオンを閉じこめたものはかなり小さい。保冷材としては硬質のものが適している。高温は 100°C ぐらいまでが連続使用の限界であるが、低温では比較的安定である。ポリウレタンフォームは本来燃焼性であるが処理法によっては自己消火性にもなる。又独立気泡性であるため吸水率も小さく、耐薬品性としては強酸に侵されるが、その他には抵抗性を示す。

第4表 プラスチックス保冷材の比較

	塩化ビニール フォーム	スチレン フォーム	ユリアフォーム	フェノール フォーム	ポリウレタン フォーム	ゴムスポンジ
作りうる密度の範囲 [kg/m ³]	30~300	20~200	—	10~40	20 80	64、120
特性値						
密度[kg/m ³]	30	30	10~16	30	50	70~120
圧縮強さ[kg/cm ²]	1.5	1.4	強度は弱い	0.6	2.0	2.0~3.6
曲げ強さ[kg/cm ²]	10.6	5.0		1.7	4.5	4.5~8.4
衝撃強さ[kg/cm ²]	8.4	0.7			1.0	—
引張強さ[hg/cm ²]	6.2	3.9		0.3	2	—
燃 焼 性	難燃	燃える	難燃	難燃	可燃~難燃	難燃
耐薬品性	良好	溶剤にとける	良好	良好	良好	良好

第5図 各種保冷材の熱伝導率とかさ比重の関係

(1) 空気, (2) ユリアフォーム, (3) グラスウールA種1, (4) フォームポリスチレン, (5) ポリウレタンフォーム(硬質—水発泡), (6) ビニクール(塩化ビニールフォーム), (7) ポリウレタンフォーム(硬質—R-11発泡), (8) ビニテックス(塩化ビニールフォーム), (9) ビニコルク(塩化ビニールフォーム), (10) フェノールフォーム, (11) パーライト(常圧), (12) シリカエアロゲル(常圧), (13) パーミキュライト, (14) エアレックス(塩化ビニールフォーム), (15) 硬質ゴムスポンジ, (16) フォームガラス, (17) 炭化コルク板, (18) ロックウール(19)パーライト(平均温度24°C)

特長 熱伝導率が低い、軽量、現場発泡可能、加工容易、電気絶縁性良好、難燃性、耐候性、耐薬品性に優れている。

3.4.6 ゴム・スポンジ

製法 ゴムスポンジには単独気泡性と連続気泡性及び軽質、硬質と種類が分れているが、保冷材としては硬質の単独気泡性が用いられる。製法はゴム中に発泡剤、加硫剤その他配合剤を混ぜ、加熱プレスで発泡膨脹させると同時に加硫を行ない、ゴム分子に多量の硫黄を結合架橋せしめてフォーム（エポナイト）とする。

性質 強度はきわめて優れており、低温下では増加し、常温になれば復元し、反復しても劣化は認められない。耐熱性は余り良い方ではなく、70°C以下で用いるべきである。吸水性は成型時の皮膜を削りおとすことさえしなければ問題ない。又本品は酸性性強酸には侵されるが、他のものには強い。溶剤には膨潤を示すものもある。

特長 強度大、難燃性、加工容易、安価。

3.4.7 まとめ

以上6種類のプラスチックフォームの性能を比較すると第4表のようになる。もっともここに示した数値はほんの1例であるから、実際使用に際しては充分に検討を加える必要がある。

3.5 有機質保冷材——その他

炭化コルク

製法 粗粒化したコルクを金型に充填、圧縮して300°C付近で加熱炭化し、粒子間を樹脂で固定する。外国産のものは常緑カシの皮が用いられ洋コルクと称する。

我が国ではアベマキの皮から作るもので和コルクと称する。

性質 一般にカサ比重の軽いものは熱伝導率は低く曲げ強さは弱い。

4. おわりに

現在市場に出ており、入手も比較的容易な保冷材について簡単な解説を試みた。保冷材と一口に言っても種類も多く、性質も千差万別である。保冷材で最も問題となる熱伝導率を考えてみてもカサ比重が変ると比例的に変化するもの、そうでないものといろいろであることが第5図からも理解されると思う。要はあらゆる点を考えた総合点数でもって保冷材は選定すべきであると思う。この拙文がいささかなりともお役に立てば幸せである。

〔文献〕

- (1) 三井金属鉱業：「パーライト」カタログ
- (2) R. H. Kropschot et al : Cryogenic Engineering Conference Report (1962)
- (3) M. M. Fulk : Progress in Cryogenics —1 (1959) Heywood & Co., Ltd. (London)
- (4) 中川、高橋：真空 6〔7〕 256~267 (1963)
- (5) 「無機有機工業材料便覧」 p1431 東洋経済新報社 (1960)
- (6) Degussa社 カタログ
- (7) 他に一般的な解説書として
日刊工業技術選書44 「保温保冷材」 日刊工業新聞社 (1963), 渡辺常正 「保温保冷工学」 朝倉書店(1960)

図 書 紹 介

Space Materials Handbook

Claus G. Goetzel, John B. Rittenhouth, and John B. Singletary 編
(Addison-Wesley Publishing Co., Inc., 1965年, 624頁(約6000円))

最近の大気圏外飛しょう体開発は目ざましいものがあり、AVSのシンポジウムにもこれに関する材料の試験結果が報告されている。本書は、それら一連の報告をハンドブックの形式でまとめたもので、真空工学者の立場からみて有用なデータと文献を多く掲載しているのここに紹介しておきたい。著者らは、ロッキード・ミサイル宇宙会社(Lockheed Missiles and space Co.)に属する。

内容は、The Space Environment, Effect of Space Environment on Materials, 及びMaterials in Spaceの3編に分れているが、なかでも上空大気に関するデータ、熱絶縁、じゅん滑、表面処理、シーリングなどの頃は特に興味深い。

ただ材料などが米国や欧州における商品名で記されているものが多いのが難点で、実際ハンドブックに出ている材料そのものを入手できるかという問題が残る。しかしそれにしても材料選択の場合の有力なサジェスションが得られることは確実である。じゅん滑剤にMoS₂をたくさん使っているようだが、MoS₂そのままというのは殆どなく、他の物質との複合体の形で使われて成功しているようだ。

宇宙工学の分野で開発されたそのようないろいろの材料を真空工学に転用できれば、多くの問題、例えば真空中の軸受けやじゅん滑剤の問題など解決するかも知れない。(中山勝矢)