

第2回進化計算コンペティション

2nd Evolutionary Computation Competition

9:30-9:35

開催の趣旨説明

9:35-9:50

着陸地点選定問題の概要説明

9:50-11:30

申込者からの計算手法の紹介（5分）

11:30-12:00

結果発表

※表彰は2日目の表彰式で行います

アナウンス

マツダベンチマーク問題は国際会議（GECCO2018）でも発表されました。

Proposal of Benchmark Problem Based on Real-World Car Structure Design Optimization*

Takahisa Kohira
Mazda Motor Corporation
Fuchu-cho, Japan
kohira.t@mazda.co.jp

Hiromasa Kemmotsu
Mazda Motor Corporation
Fuchu-cho, Japan
kemmotsu.h@mazda.co.jp

Oyama Akira
Institute of Space and Astronautical Science,
Japan Aerospace Exploration Agency
Sagamihara, Japan
oyama@flab.isas.jaxa.jp

Tomoaki Tatsukawa
Tokyo University of Science
Katsushika, Japan
tatsukawa@rs.tus.ac.jp

ABSTRACT

A benchmark problem based on a real-world car structure design optimization* is proposed. The benchmark problem is constructed by using a response surface method from the design optimization result of a car structure design optimization problem. Because this benchmark problem bases on actual car structure design

1 INTRODUCTION

In [1], the authors conducted simultaneous car structure design optimization of multiple car models, i.e., sport utility vehicle Mazda CX-5 (SUV), large vehicle Mazda 6 (LV), and small vehicle Mazda 3 (SV). While satisfactory result was obtained by

Benchmarking Multiobjective Evolutionary Algorithms and Constraint Handling Techniques on a Real-World Car Structure Design Optimization Benchmark Problem

Hiroaki Fukumoto
Institute of Space and Astronautical Science, JAXA
Sagamihara City, Japan
fukumoto@flab.isas.jaxa.jp

Akira Oyama
Institute of Space and Astronautical Science, JAXA
Sagamihara City, Japan
oyama@flab.isas.jaxa.jp

ABSTRACT

While many of real-world industrial design problems involve several constraints, researches on multiobjective evolutionary algorithms (MOEAs) for problems with many constraints or the benchmark problems themselves are limited. The novel constrained multiobjective optimization benchmark problem based on a real-world car structure design optimization problem, termed Mazda CdMOBP, has more desirable characteristics as a constrained benchmark problem than the existing ones. The experimental results with 12 constrained MOEAs on this problem suggest the importance of balancing all of three factors of convergence, diversity, and feasibility and knowledge of proper settings of not only MOEA and CHT but also these parameters are imperative for application of MOEAs to

they are so-called constrained multiobjective optimization problems. For multiobjective optimization problems, MOEAs have been regarded as promising approaches. MOEAs are metaheuristic approaches and so the performance of MOEAs is usually assessed by experiments using benchmark problems. However, as some researchers point out[4, 10], many of the existing constrained benchmark problems have some undesirable characteristics as the problems used for development of MOEAs on the real-world industrial design optimization problems.

Against such a background, Kohira et al. [8] proposed a novel constrained benchmark problem termed Mazda discrete multiobjective optimization benchmark problem (Mazda CdMOBP). According to the authors, this problem has desirable characteristics

「進化計算コンペティション2017開催報告」が進化計算学会論文誌に掲載されました。

86

進化計算学会論文誌 Vol. 9 No. 2 (2018)

招待論文 /

進化計算コンペティション2017開催報告

Report of Evolutionary Computation Competition 2017

大山 聖

Akira Oyama

宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所

Institute of Space and Astronautical Science, JAXA

oyama@flab.isas.jaxa.jp, <https://ladse.eng.isas.jaxa.jp/>

keywords: competition, real-world problem, Mazda benchmark problem

Summary

Evolutionary computation competition 2017 was held in December 9, 2017 in conjunction with evolutionary computation symposium 2017. It was confirmed that evolutionary algorithms can discover good designs of the design optimization problem of vehicle structures provided by Mazda motor company. Nine teams participated in the single-objective optimization division and eleven teams in the multiobjective optimization division. Prof. Shinya Watanabe's team from Muroran Institute of Technology won in the single-objective optimization division, Prof. Isao Ono's team from Tokyo Institute of Technology won in the multi-objective optimization division. The industrial use special prize was awarded to Dr. Tomohiro Harada's team from Ritsumeikan University. In the single-objective design optimization division, the groups using evolution strategies found good Pareto-optimal solutions. In the multiobjective optimization division, the groups who found good Pareto-optimal designs studied characteristics of the benchmark problem very much and implemented the most suitable optimization algorithm. Mazda benchmark problem has many severe constraints and thus feasible design space is strictly limited. Some teams used special techniques such as ϵ constraint method. Current result indicated that balance between search in feasible region and infeasible region may be important for constrained design optimization problems.

謝辞

今回のコンペティションの趣旨にご賛同いただき、月極域探査ミッションのデータを公開いただいたJAXA SELENEプロジェクトチーム

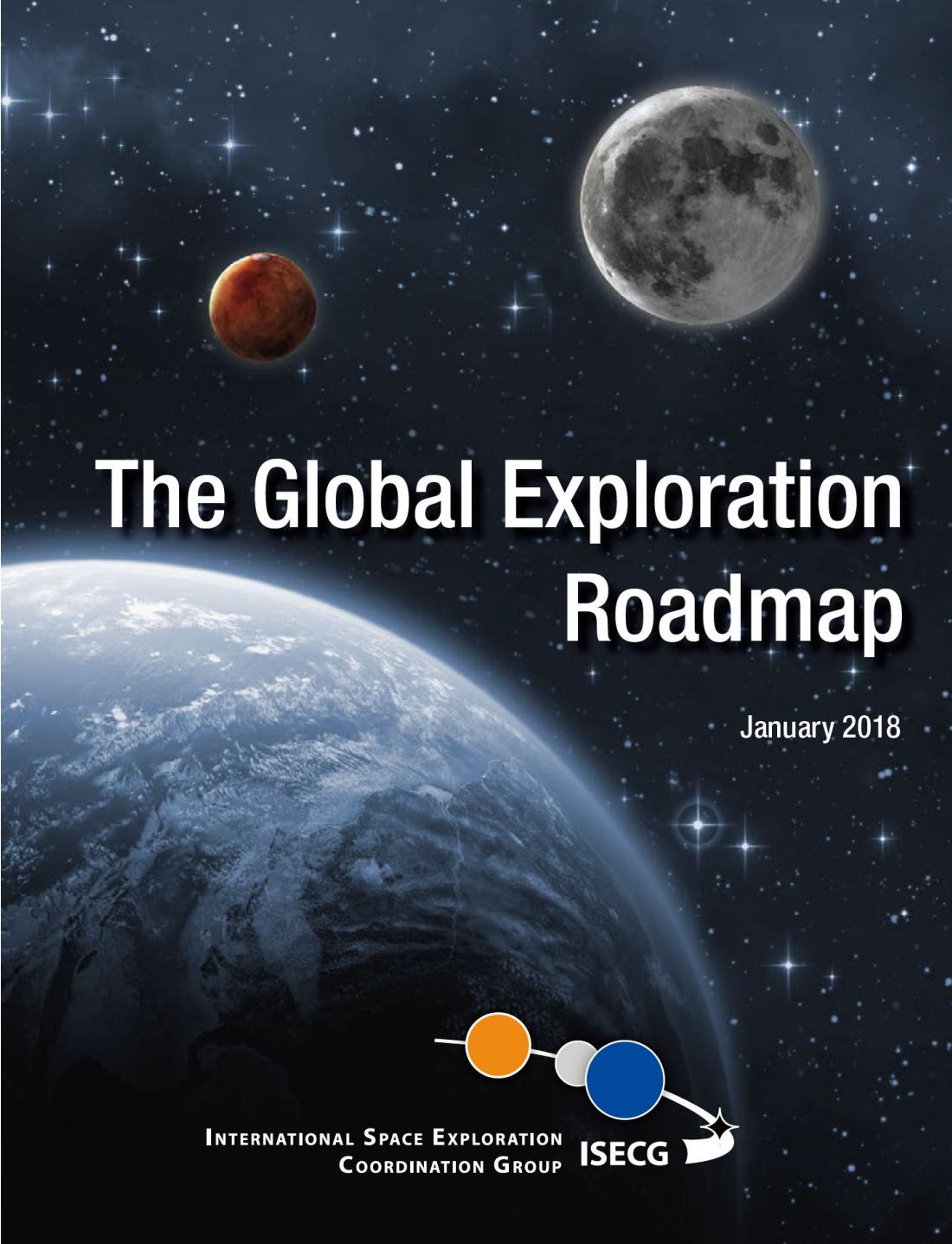
コンペティション用のプログラム開発をしてくださった立川智章先生（東京理科大）

コンペティション提出データの後処理・集計をしてくださった福本浩章君（JAXA）

コンペティションに参加してくださった皆様

コンペティションの目的

Purpose of this competition



The Global Exploration Roadmap

January 2018

INTERNATIONAL SPACE EXPLORATION
COORDINATION GROUP

ISECG





Australia



Canada



China



European Space Agency



France



India



Italy



Japan



Republic of Korea



Russia



Ukraine

وَكَالَةِ الإِمَارَاتِ لِلْفَضَاءِ
UAE SPACE AGENCY



United Arab Emirates

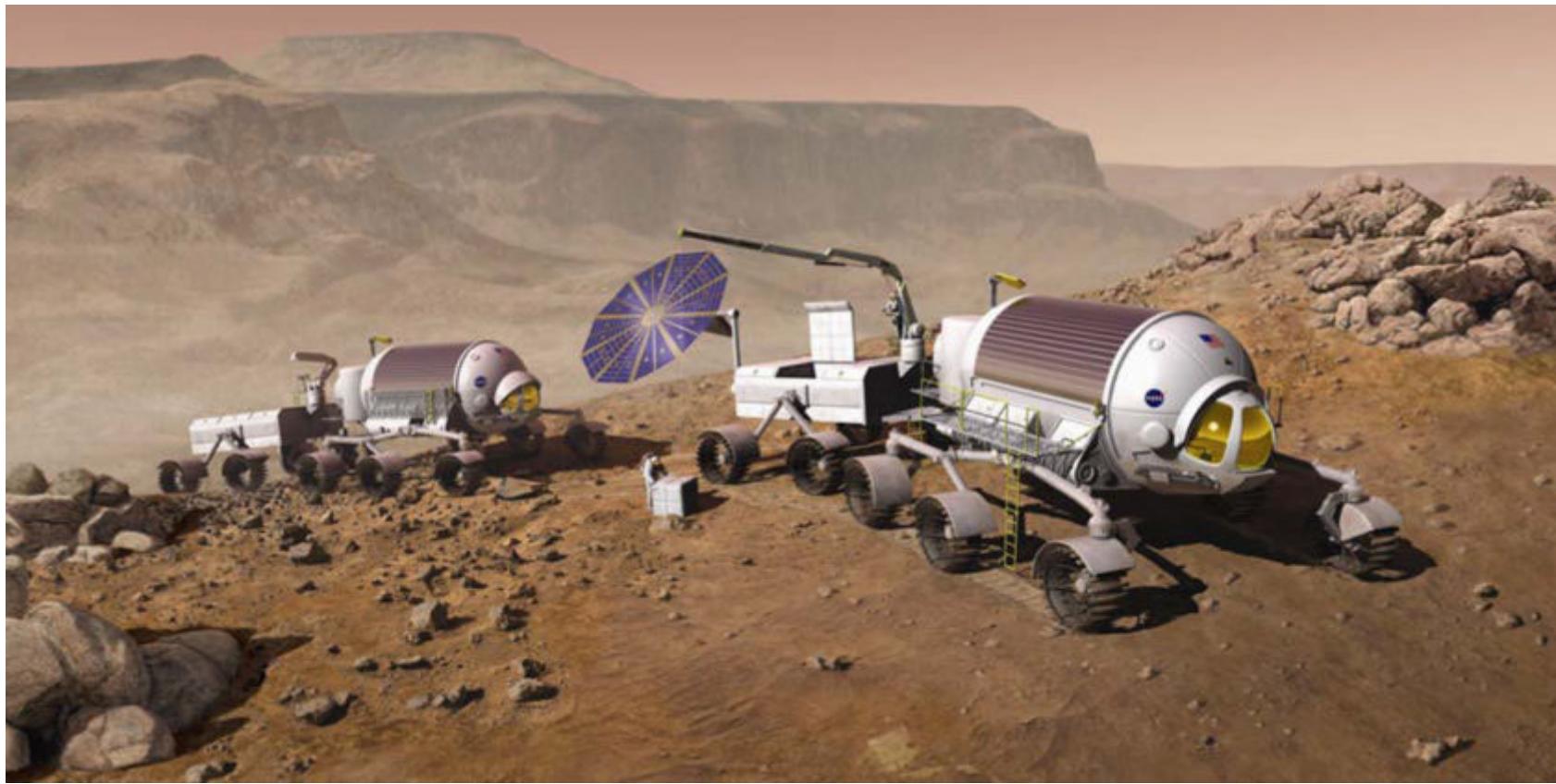


United Kingdom

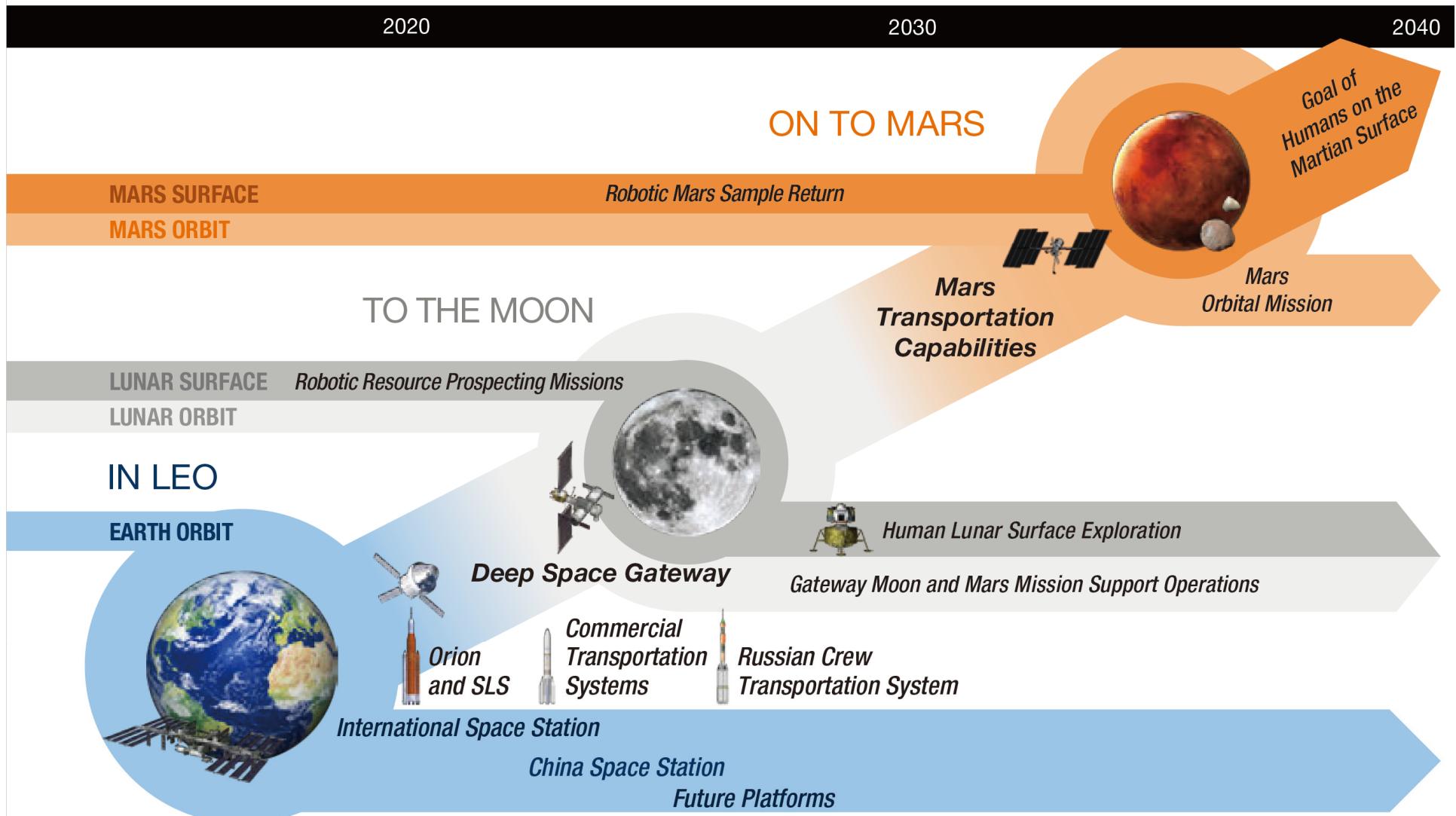


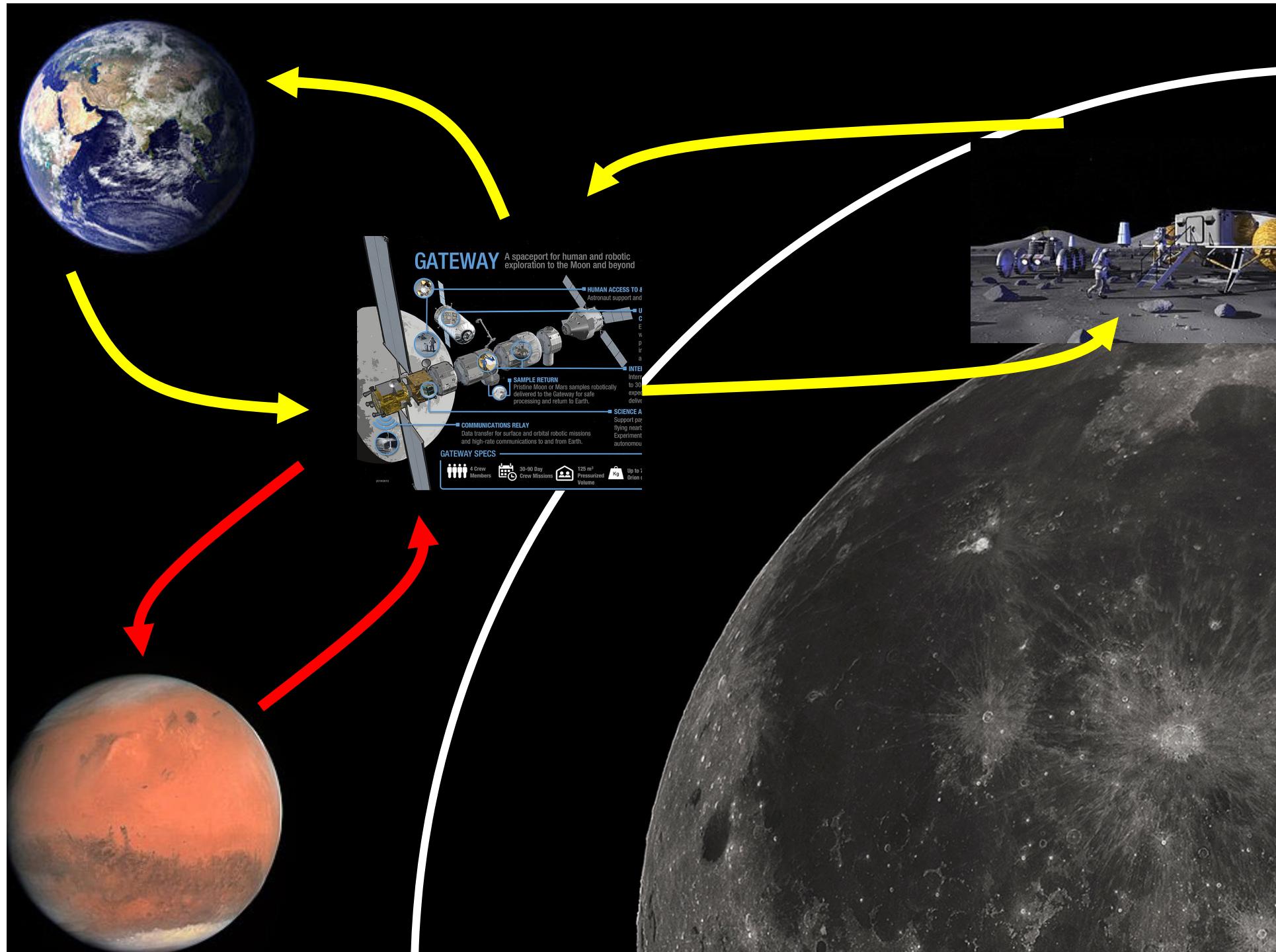
United States

2030年代に有人火星探査を実現



The Global Exploration Roadmap





GATEWAY

A spaceport for human and robotic exploration to the Moon and beyond



HUMAN ACCESS TO & FROM LUNAR SURFACE

Astronaut support and teleoperations of surface



U.S. AND INTERNATIONAL CARGO RESUPPLY

Expanding the space economy with supplies delivered by international partners that also provide interim spacecraft voluntary additional utilization.



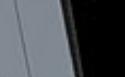
INTERNATIONAL CREW

International crew expeditions to 30 days as early as 2024 with longer expeditions as new elements delivered to the Gateway.



SAMPLE RETURN

Pristine Moon or Mars samples robotically delivered to the Gateway for safe processing and return to Earth.



COMMUNICATIONS RELAY

Data transfer for surface and orbital robotic missions and high-rate communications to and from Earth.

SCIENCE AND TECH DEMOS

Support payloads inside, affixed outside, flying nearby, or on the lunar surface. Experiments and investigations can operate autonomously when crew is not present.

GATEWAY SPECS



4 Crew Members



30-90 Day Crew Missions



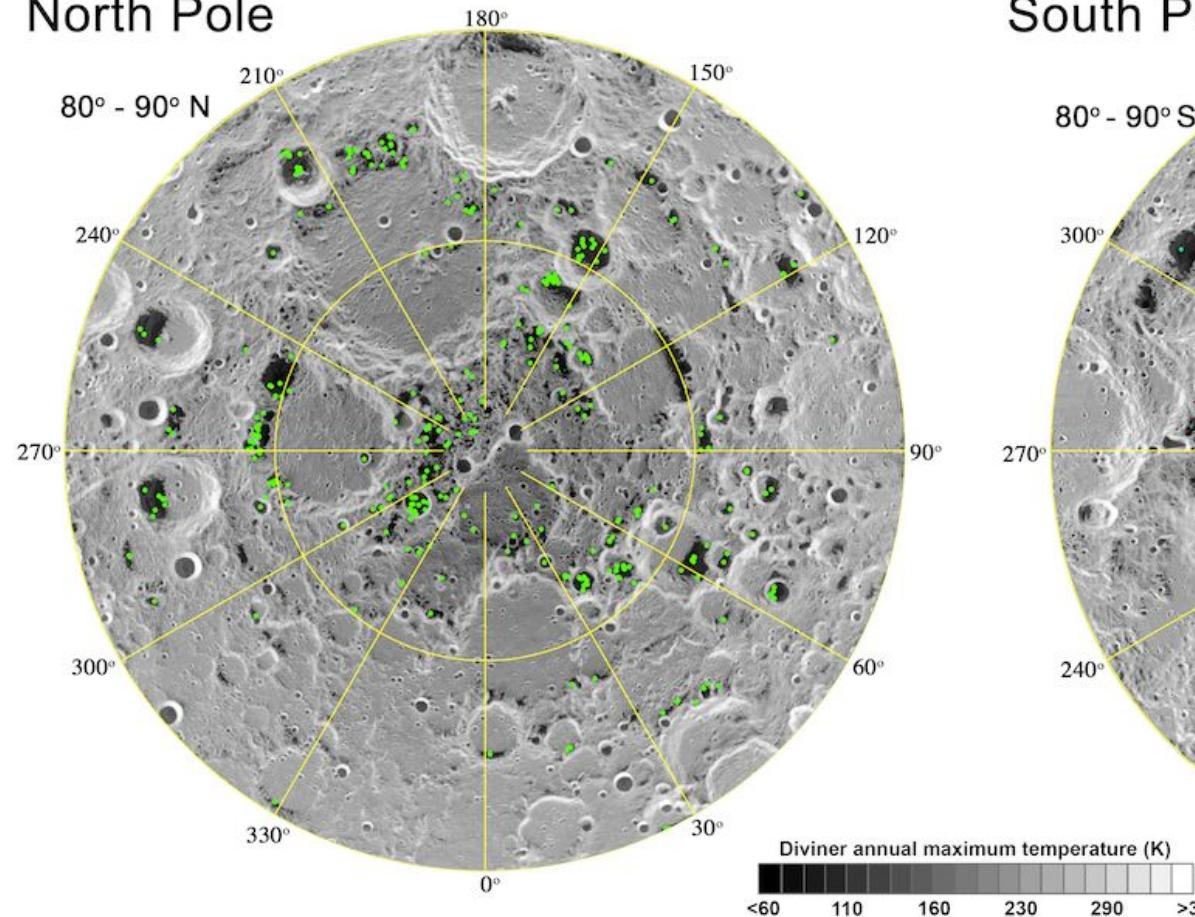
125 m³ Pressurized Volume



Up to 75mt with Orion docked

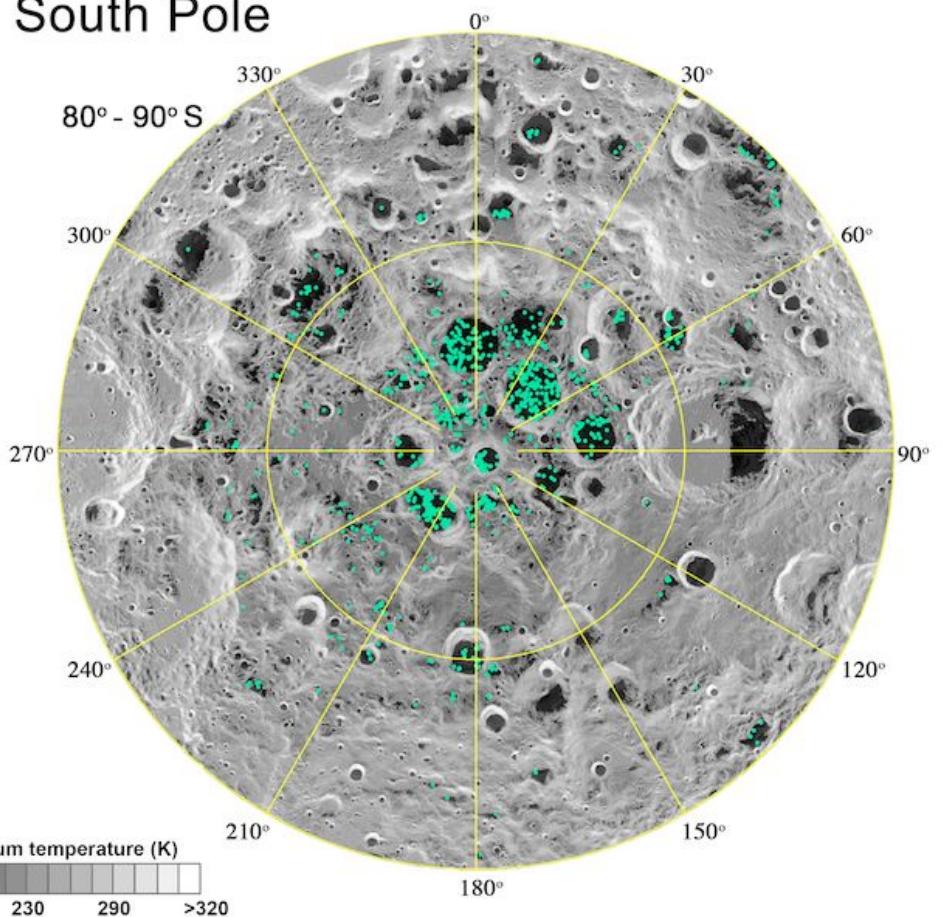


North Pole



● Ice exposures constrained by M³, LOLA, and Diviner

South Pole



● Ice exposures constrained by M³, LOLA, Diviner, and LAMP

<https://wired.jp/2018/08/29/moon-water-evidence/>

インドの月周回機『チャンドラヤーン1号』に搭載されたNASAのレーダー「Moon Mineralogy Mapper (M3)」のデータ解析によって明らかになったされた北極（左）と南極（右）の水氷の分布。南極の水氷はクレーター内に集まり、北極ではより広範囲に渡って存在していることが確認できる。IMAGE COURTESY OF SHUAI LI

多くの探査機の観測データから月の極域に水の存在を示唆するデータが得られている

水があれば飲用水はもちろん、水素
（＝燃料）もつくることができる

でも資源として利用できるほど、月面に水が存在するのか？

JAXAでは、月極域着陸探査ミッションの検討が進められており、着陸地点の選定が課題の1つ

設計変数の数は2つ（緯度と経度）と少ないが、非線形性が非常に強く、かつ、制約条件が厳しい問題

今後のさらなる検討のため、すぐれた最適化手法を開発しておきたい。



進化計算の研究は盛んに行われているが、（その潜在能力と比較して）進化計算が実設計に使われてない実問題の特徴を持つベンチマーク問題が少ないことが、進化計算の実社会へのさらなる普及への阻害要因となっている（と大山は考えている）

ベンチマーク問題を知ってもらうためにはコンペティションをするのが一番！

DTLZとかWFGよりも
実問題のほうが楽しいでしょ？

月着陸地点選定問題

Selection of Landing Sites for Lunar Lander

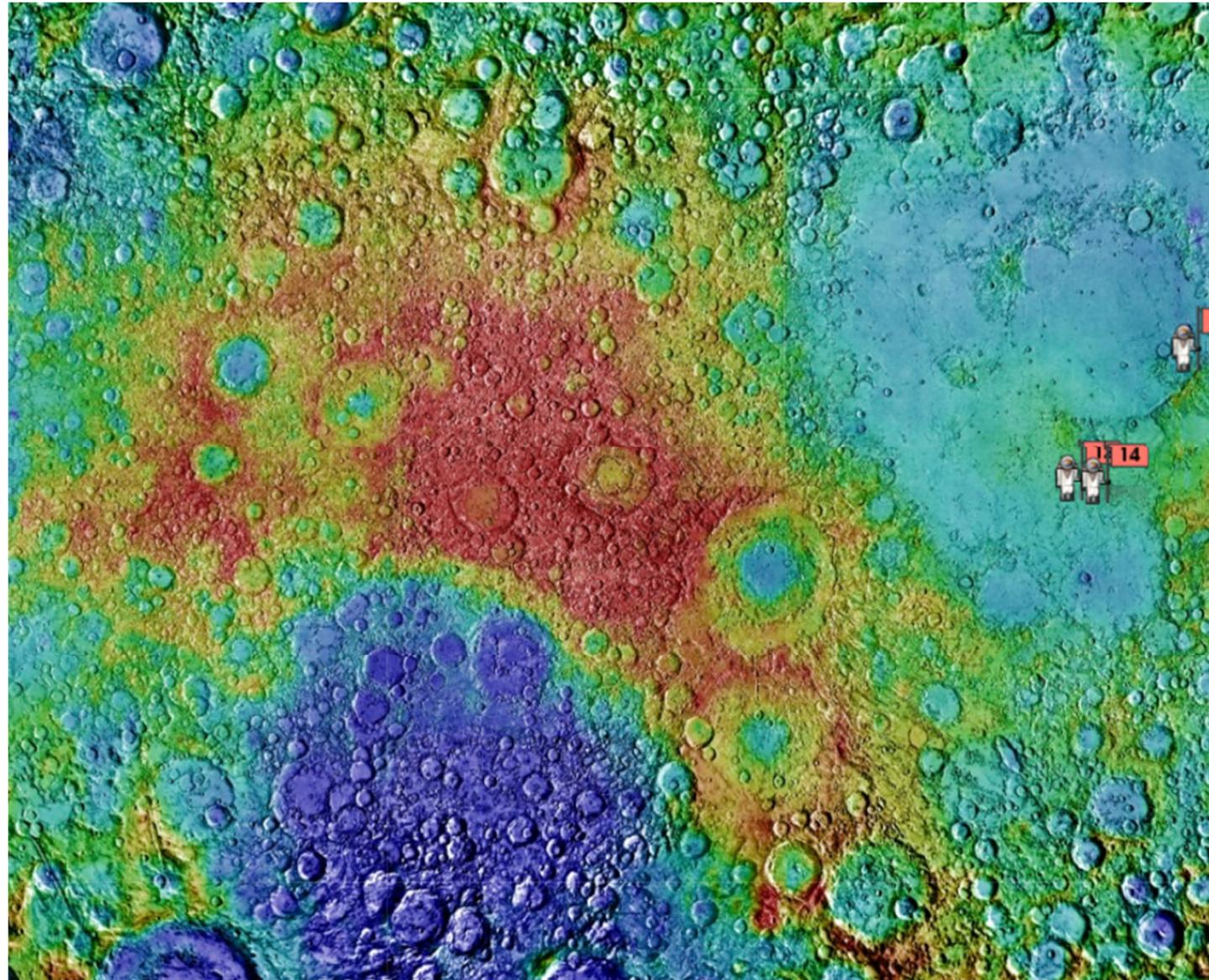


Selene 2 (月極域探査ミッション)

設計変数は経度と緯度の 2つ

ちょろい？

設計変数は経度と緯度の2つ



クレーターに起因した強い非線形性

单目的最適化問題

目的関数：通算通信時間の最大化

制約条件 1：連続日陰日数 < 0.05

制約条件 2：着陸地点傾斜角 < 0.3

多目的最適化問題

目的関数 1 : 連続日陰日数の最小化

目的関数 2 : 通算通信時間の最大化

目的関数 3 : 着陸地点傾斜角の最小化

(本来は氷が存在する確率の最大化もある)

制約条件 1 : 連続日陰日数 < 0.05

制約条件 2 : 着陸地点傾斜角 < 0.3

最適化計算条件

候補地点の評価回数の上限は30,000回

初期集団は設計空間全体に乱数で発生させる、実験計画法で計画的に配置する等一般的な手法を用いる

単目的最適化部門評価基準

通算通信日数が最も大きい解を得たチームが優勝（同じチームが複数ある場合は要した設計評価回数が最も少ないチームが優勝）

最適化の過程で評価したすべての解で最も通算通信日数が大きな解の値で評価

多目的最適化部門評価基準

ハイパーボリューム値が最も大きくなったチームが優勝

HV値は最適化の過程で評価したすべての解から作る集合のHV値

※初期集団または乱数を変えた21試行を実施しその中央値で評価

参加チーム

単目的最適化部門8チーム

多目的最適化部門5チーム

单目的最適化部門



Defending
champion

余俊, 李宇豪, 高木英行	九州大学
古川雄大, 小野景子	龍谷大学
開発拓也, 渡邊真也	室蘭工業大学
串田淳一	広島市立大学
原田智広	立命館大学
加藤拓也, 小野功	東京工業大学
Pereira Junior, JAIR, CLAUS Aranha	筑波大学
岩瀬拓哉, 高玉圭樹	電気通信大学

多目的最適化部門



Defending
champion

深瀬貴史, 橋本龍一, 増山直輝, 能島裕介, 石渕久生	大阪府立大
鎌田一樹, 青木勇輔, 小野功	東京工業大学
宮本将英, 中田涼介, 渡邊真也	室蘭工業大学
磯林知志, 大伴周也, 原田智広, ターウォンマットラック	立命館大学
ユーリラヴィナス, Claus Aranha	筑波大学

单目的最適化部門

余俊, 李宇豪, 高木英行	<u>差分進化</u>
古川雄大, 小野景子	<u>差分進化</u>
開発拓也, 渡邊真也	<u>Grid/Random</u>
串田淳一	<u>差分進化</u>
原田智広	<u>Grid/SA/VNS</u>
加藤拓也, 小野功	<u>自然進化戦略</u>
Pereira Junior, JAIR, CLAUS Aranha	<u>PSO</u>
岩瀬拓哉, 高玉圭樹	<u>こうもりアルゴリズム</u>

多目的最適化部門

深瀬貴史, 橋本龍一, 増山直輝, 能島裕介, 石渕久生	大阪府立大
鎌田一樹, 青木勇輔, 小野功	東京工業大学
宮本将英, 中田涼介, 渡邊真也	室蘭工業大学
磯林知志, 大伴周也, 原田智広, ターウォンマットラック	立命館大学
ユーリラヴィナス, Claus Aranha	筑波大学

大阪府立大学	多目的進化計算
東京工業大学	mCPIE (多目的進化戦略?)
室蘭工大	適応型Grid Search
立命館大学	(VNS)多目的進化計算
筑波大学	MOEA/D (多目的進化計算)

優勝者には夕食時に
スピーチをして
いただきます