

機親会総会

オーストリアで過ごした一年
研究、文化、そして旅の記録

2025年11月29日
機械システム工学科
講師・土方規実雄

自己紹介

- ・土方規実雄（ひじかた きみお）
- ・東京都市大学 理工学部 機械システム工学科（講師）

- ・ **略歴：**

川崎市立川崎総合科学高校 電子機械科

武蔵工業大学 機械システム工学科

武蔵工業大学大学院 機械システム工学学科目

北海道大学大学院 情報科学研究科

- ・ **研究テーマ：**

モーター（高速モータ，バーニアモータ，可変界磁モータ）

磁気浮上（磁気軸受，ベアリングレスモータ）

なぜオーストリアに？

- ・ 機械システム工学科では若手教員に一年間の在外研究の機会を提供
- ・ 他の候補の先生方の都合がつかず，繰り上げで順番が回ってきた
- ・ 自分で受け入れ先の大学・研究室と調整
- ・ オーストリア，Johannes Kepler UniversityのWolfgang Gruber教授が自身の研究と非常に近い（モータ＋磁気浮上）内容を実施



Introduce myself and my research

Kimio Hijikata

Lecturer, Tokyo City University

Profile

Name: Kimio Hijikata (Kimio Mima)

Affiliated university: Tokyo City University

Research field: bearingless motors, magnetic bearings



土方規実雄
美馬

Profile

Place of origin: Chofu, Tokyo, Japan

Hobbies: handcraft (Origami, Electric work and so on)

Special skills: machine tools, mechanical drawing

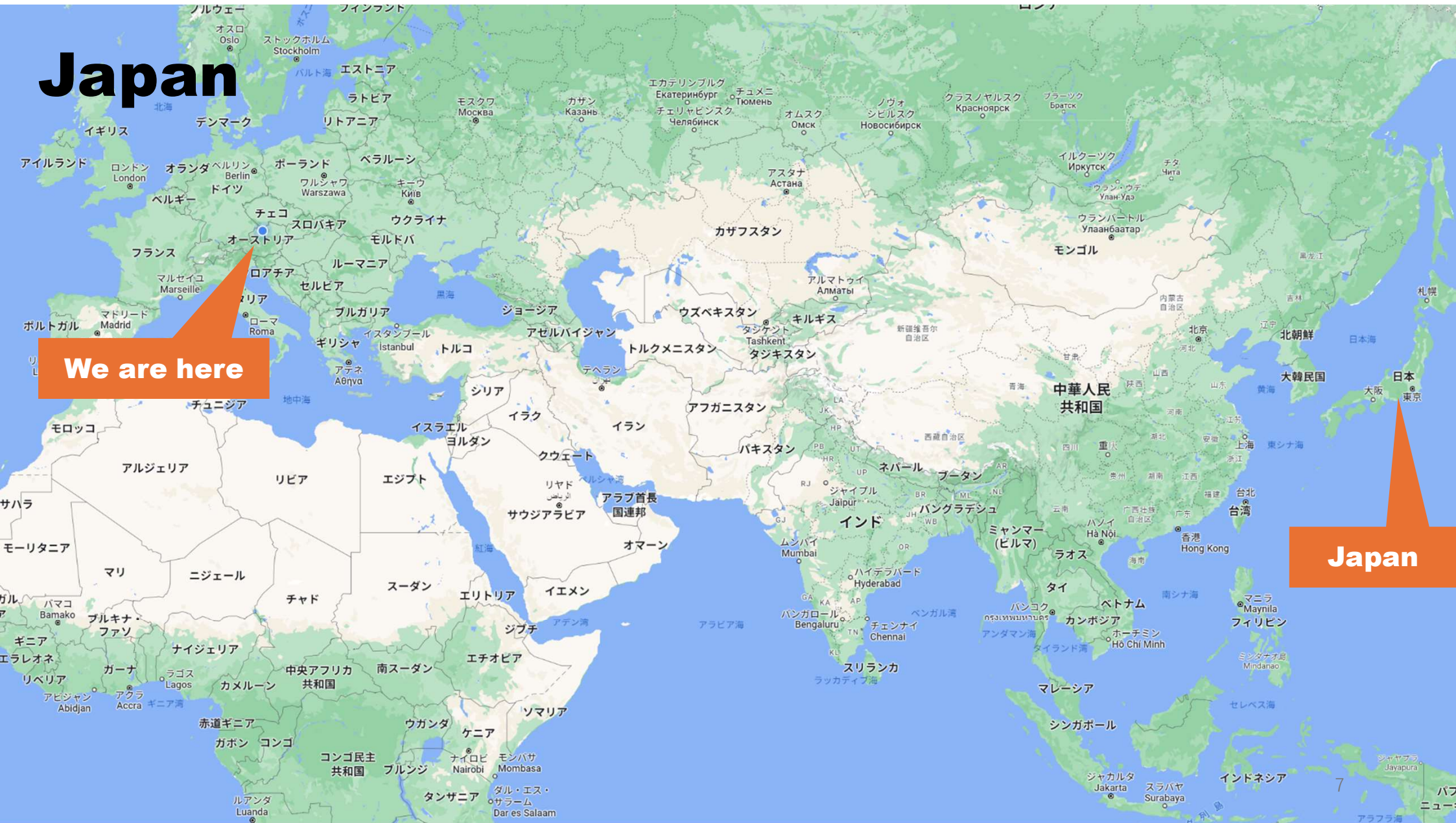
Favorite foods: chocolates



Japan

We are here

Japan



Tokyo

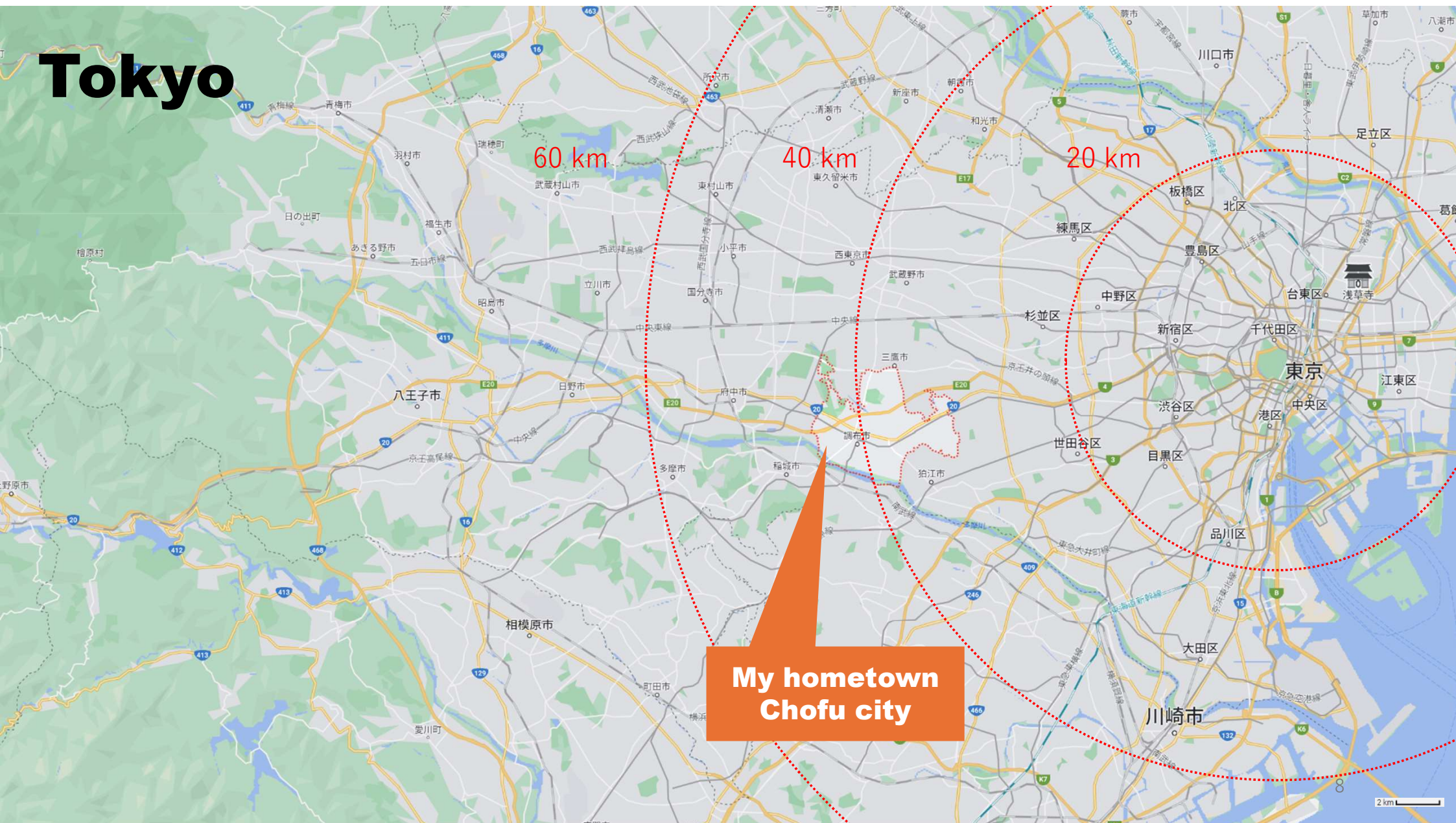
60 km

40 km

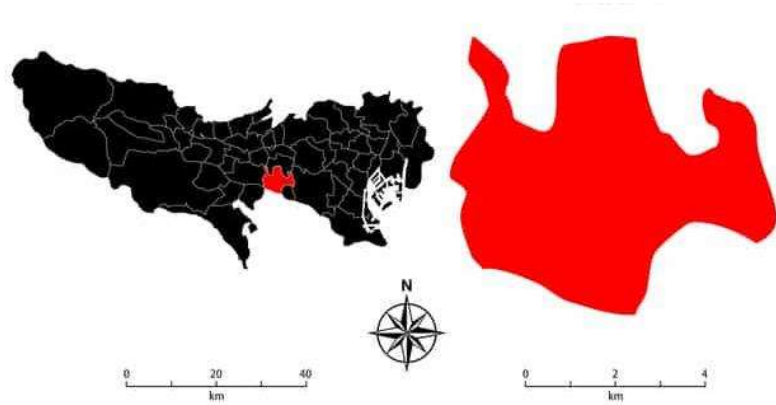
20 km

**My hometown
Chofu city**

2 km



Chofu city



Profile

Place of origin: Chofu, Tokyo, Japan

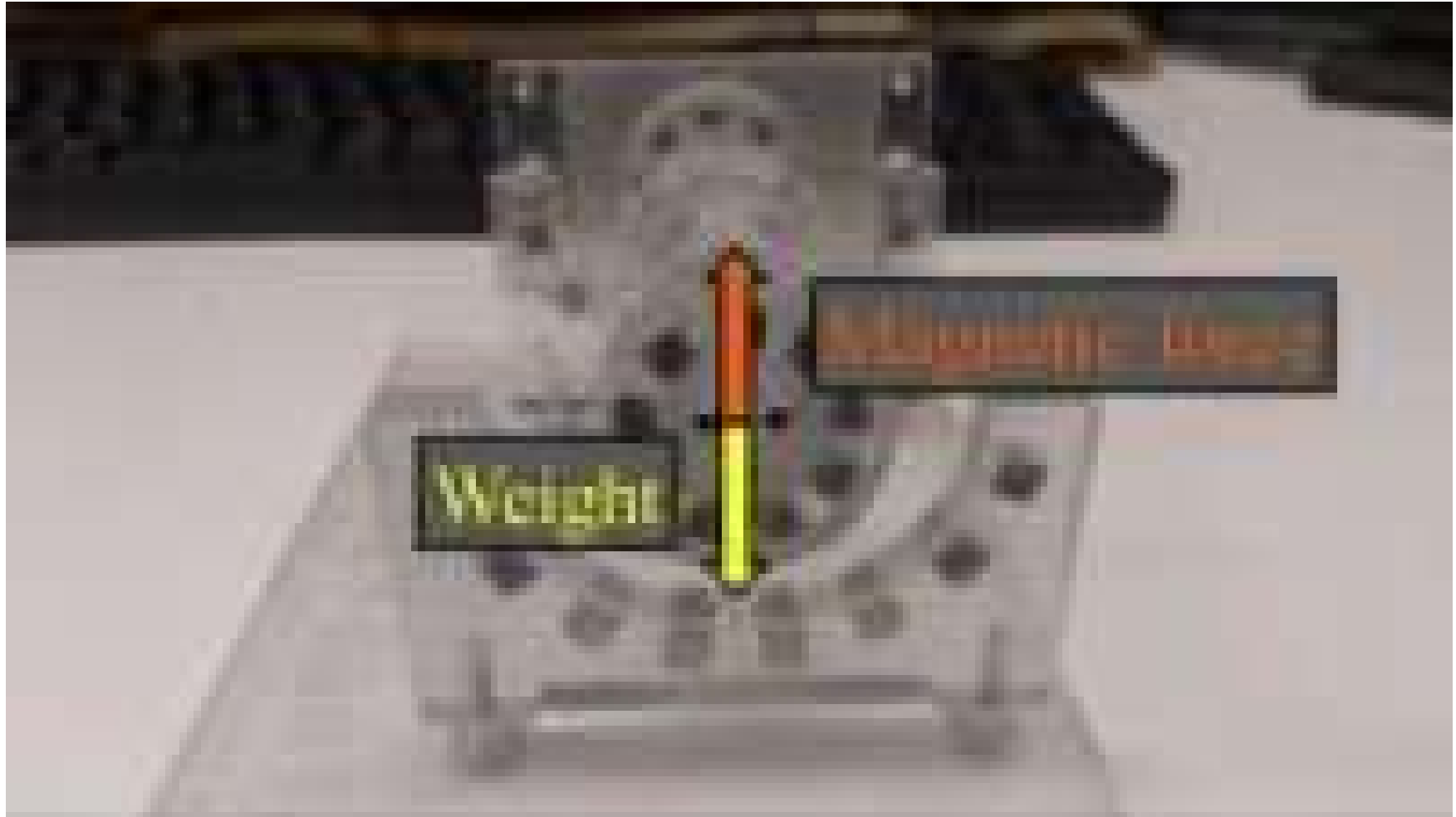
Hobbies: handcraft (Origami, Electric work and so on)

Special skills: machine tools, mechanical drawing

Favorite foods: chocolates



Magnetic bearing



Previous research

1. Improve suspension control system of bearingless motors

Back EMF and angle delay compensation of suspension windings

2. Cylindrical-shape active magnetic bearing

Simple shape, easy assembly

3. Bearingless Vernier motor (Reluctance type, Consequent-pole type)

No-friction with high-torque density

Cylindrical-shape active magnetic bearing

- ✓ Active thrust magnetic bearings with a simple cylindrical-shaped rotor.
- ✓ A large disc-shaped rotor, as found in conventional designs, is unnecessary..

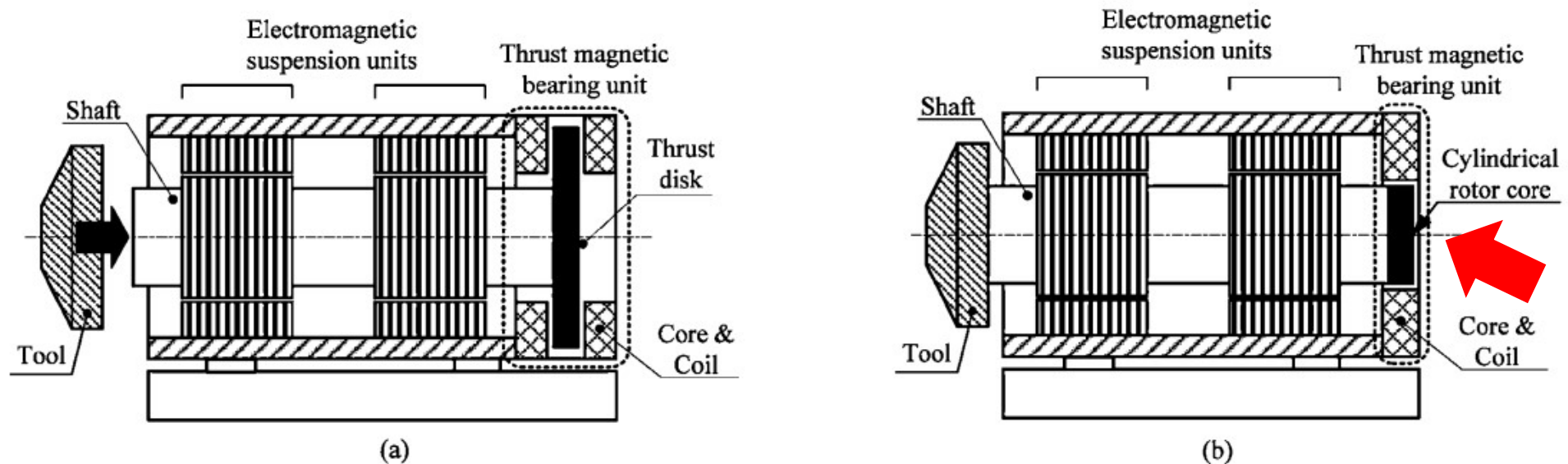


Fig. 1. Magnetic levitation system with thrust magnetic bearing: (a) TMB with thrust disk; (b) TMB with cylindrical rotor core.

Cylindrical-shape active magnetic bearing

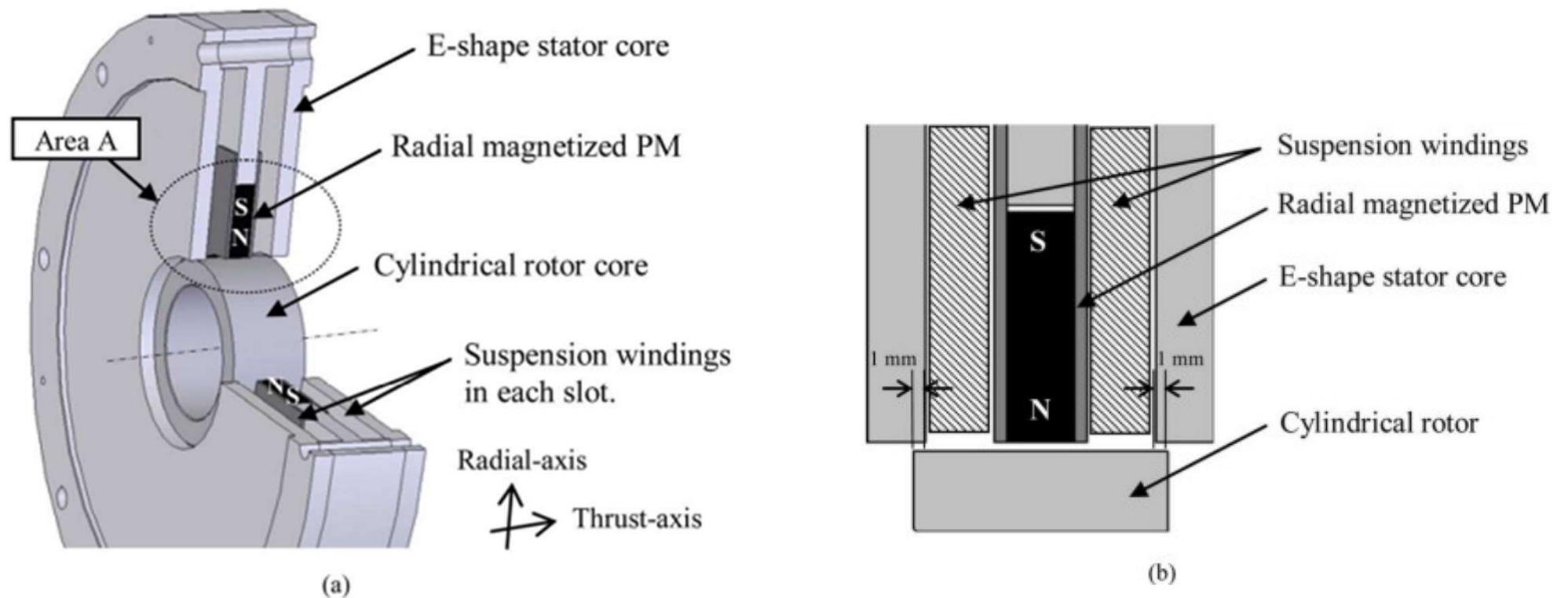


Fig. 2. Structure of TMB equipped with cylindrical rotor core: (a) overall view; (b) detail view of Area A.

Cylindrical-shape active magnetic bearing

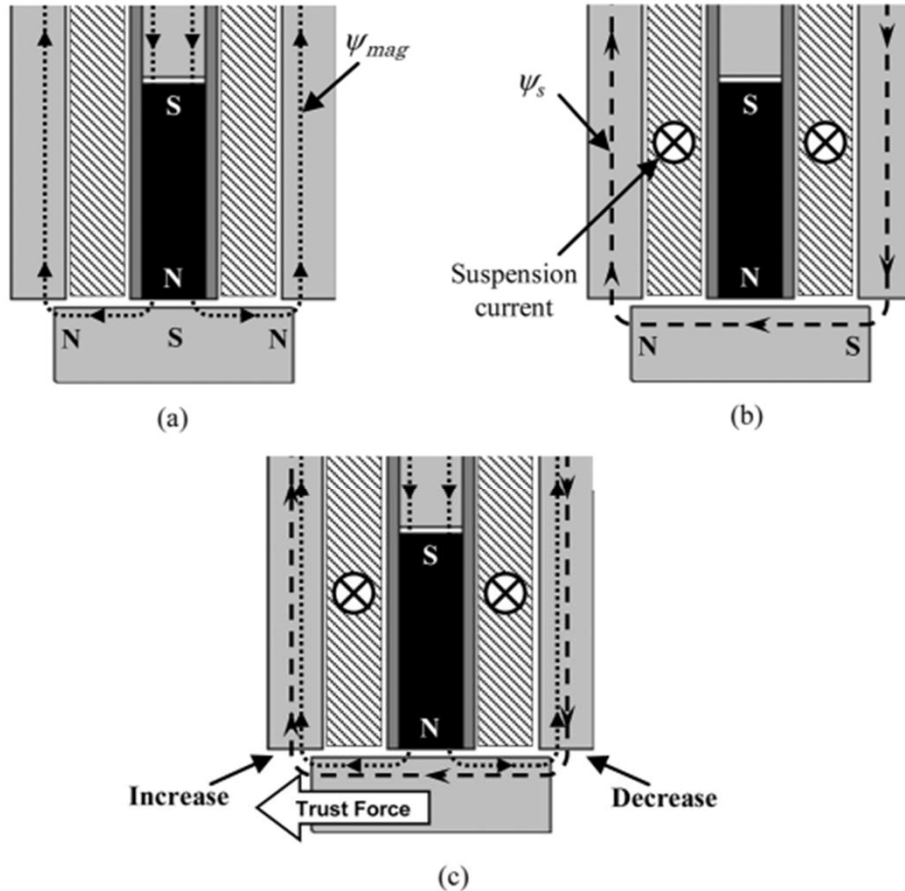


Fig. 4. Principle of thrust force generation: (a) excitation flux ψ_{mag} ; (b) suspension flux ψ_s ; (c) superimposed magnetic field.

TABLE I
DIMENSION OF THRUST MAGNETIC BEARING

Rotor weight(ALL)	60 N	Stator diameter	180 mm
Touch down(thrust)	0.7 mm	Rotor diameter	50 mm
Touch down(radial)	0.1 mm	Stator length	30 mm
Gap length	0.8 mm	Rotor length	22 mm
Coil packing factor	39.7 %	Overlap length	1.0 mm

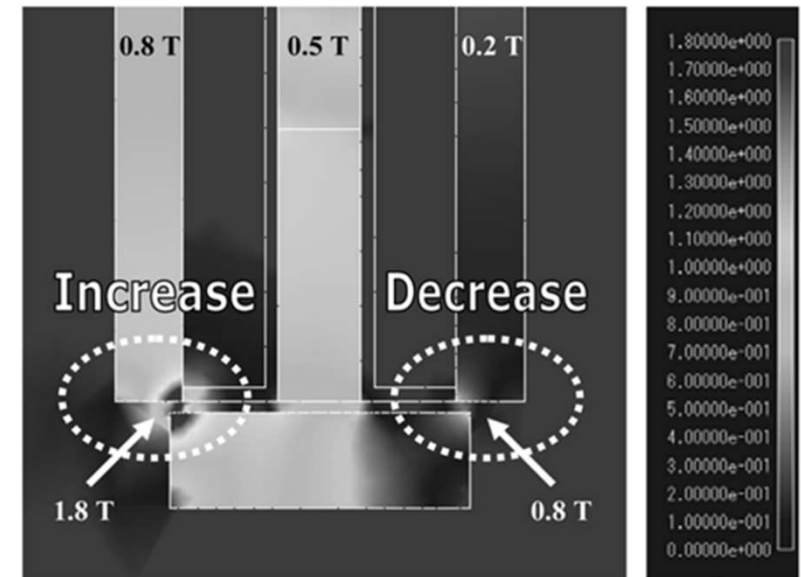


Fig. 6. Flux density distribution at rated current.

Cylindrical-shape active magnetic bearing

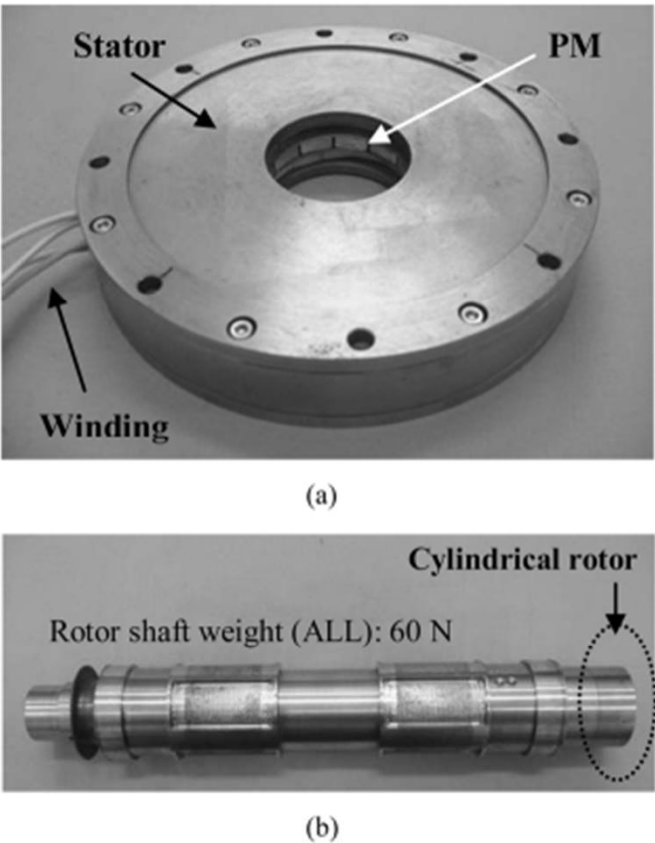


Fig. 3. Photograph of prototype: (a) stator; (b) rotor.

TABLE I
DIMENSION OF THRUST MAGNETIC BEARING

Rotor weight(ALL)	60 N	Stator diameter	180 mm
Touch down(thrust)	0.7 mm	Rotor diameter	50 mm
Touch down(radial)	0.1 mm	Stator length	30 mm
Gap length	0.8 mm	Rotor length	22 mm
Coil packing factor	39.7 %	Overlap length	1.0 mm

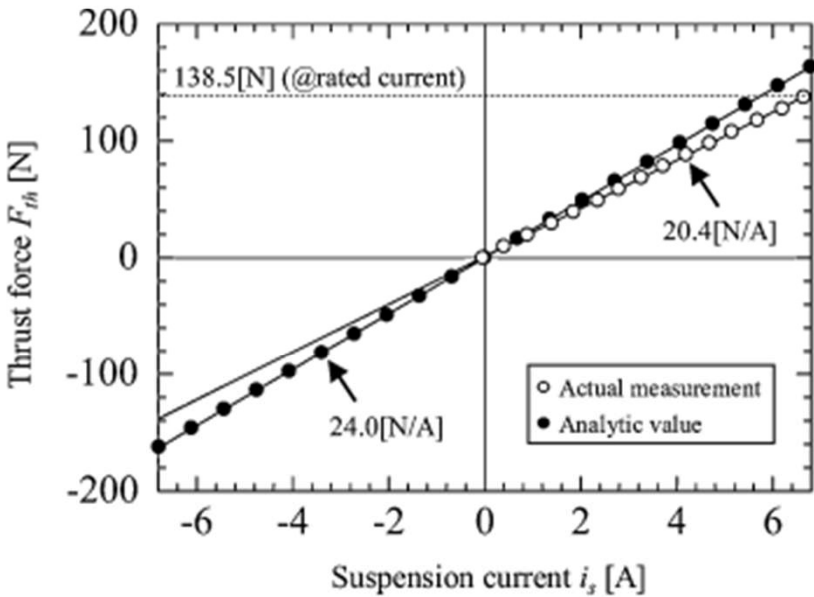
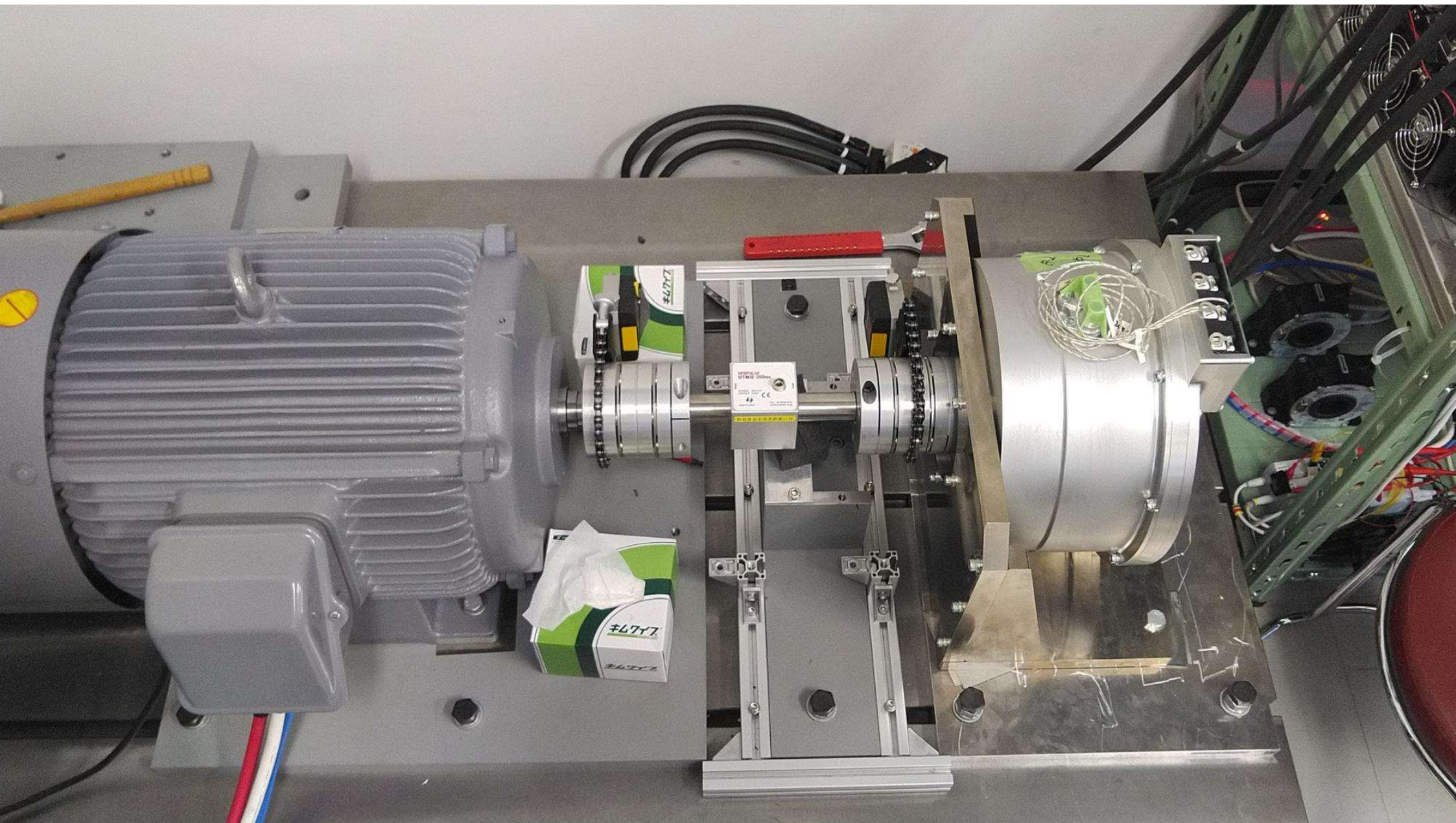


Fig. 10. Relationship between i_s and F_{th} .



Research Theme at JKU

- ✓ Speed-increasing Vernier motor
- The rotor of the motor rotates at a faster speed than the rotating magnetic field.
- The effect is achieved by having a smaller number of rotor salient poles than the number of winding poles.
- The plan is to develop a high-speed bearingless motor using this new method.

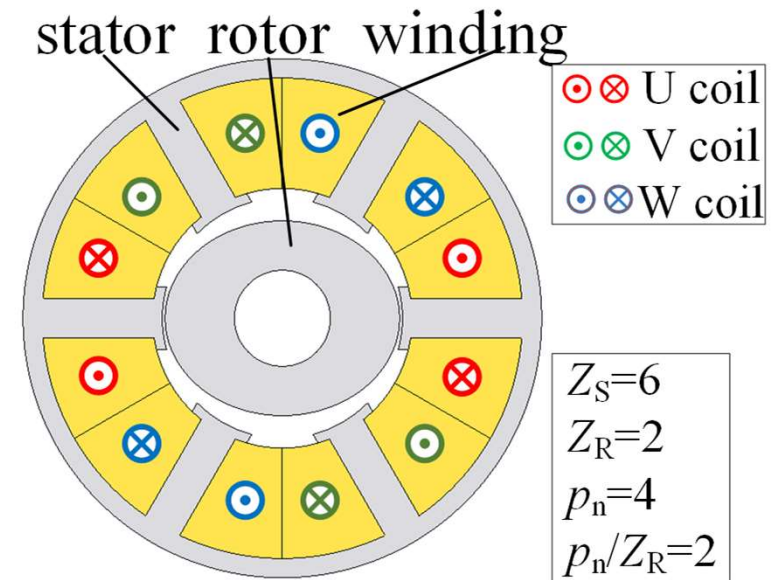


Fig. Speed-increasing Vernier motor (the number of rotor salient pole is 2 and the number of winding pole 4)

Speed-increasing Vernier motor

- ✓ The necessary conditions are $p = Z_S \pm Z_R$ and $Z_R < p$.
- ✓ The rotational speed of the rotor is Z_R/p times that of the rotating magnetic field.

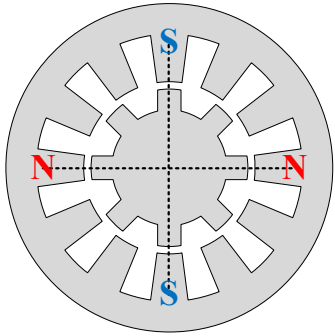


Fig. Conventional Vernier motor

(Speed-decreasing)

$$Z_R > p \quad (Z_R = 8)$$

$$Z_R/p = 0.5$$

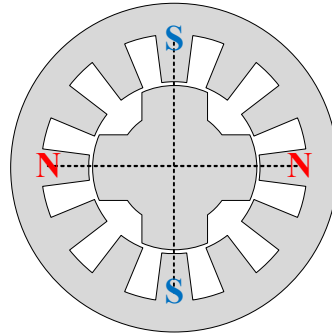


Fig. Conventional synchronous motor

$$Z_R = p \quad (Z_R = 4)$$

$$Z_R/p = 1$$

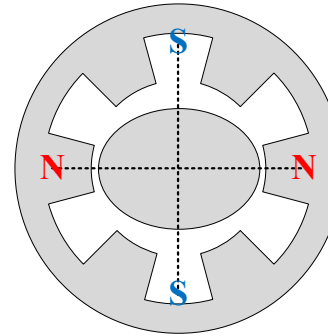


Fig. Proposed Vernier motor
(Speed-increasing)

$$Z_R < p \quad (Z_R = 2)$$

$$Z_R/p = 2$$

In this case:
 $p = 4, Z_S = 6, Z_R = 2$

any other combination is ok.

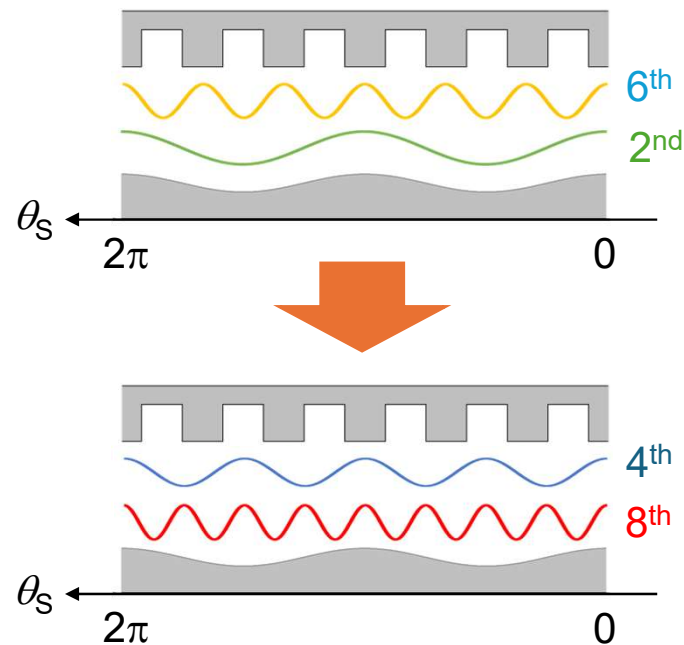
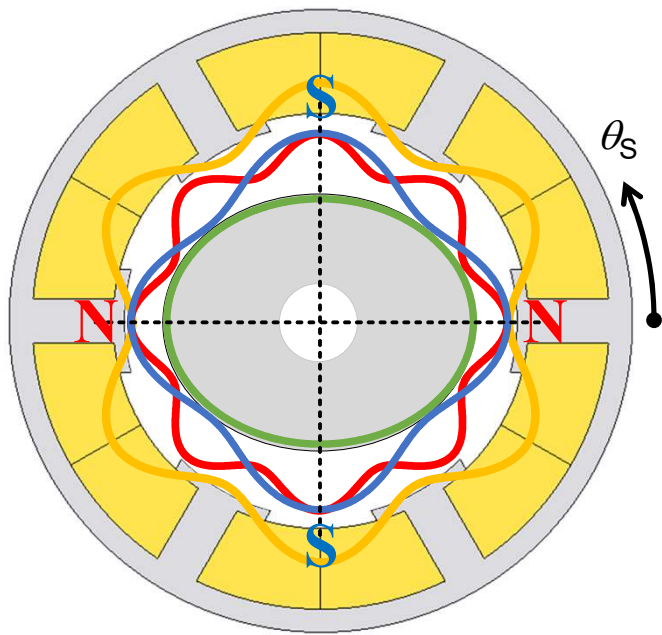
p : The pole number of the rotating magnetic field

Z_R : The number of the rotor salient poles

Z_S : The number of the stator salient poles

Torque generation principle

- ✓ Is almost same as the conventional synchronous reluctance motors.
- ✓ Synchronize the rotating magnetic field with the lower harmonic component of the air gap permeance.



Stationally 6th order harmonics and rotationally 2nd order harmonics combine to form (6+2)th and (6-2)th order harmonics.

By synchronizing the rotating magnetic field with the virtual salient poles, torque is generated.

Fig. Gap permeance distribution

Bealingless speed-increasing Vernier motor

- ✓ The area of the winding is divided into two parts.
- ✓ Combination of 4-pole and 2-pole windings generates magnetic suspension force.

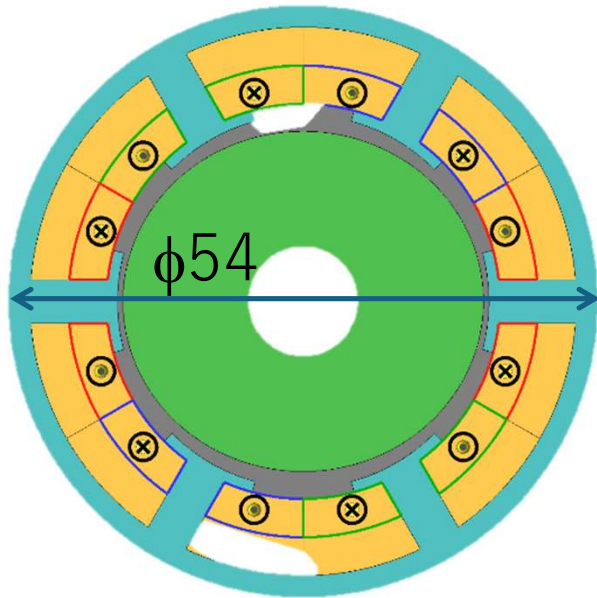


Fig. 4-poles windings for torque generation

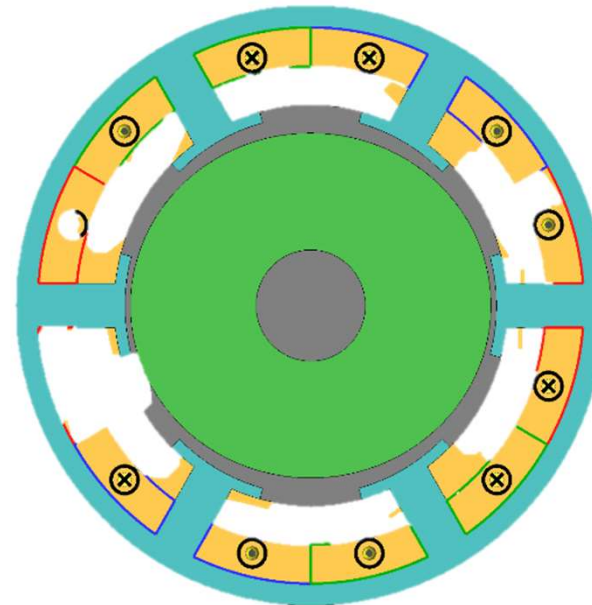


Fig. 2-poles windings for suspension force generation

Stack length:
30 mm

FEM analysis of suspension force

- ✓ Suspension force was analyzed at the rated current **with no-load condition**.
- ✓ Suspension force of sufficient magnitude was generated.

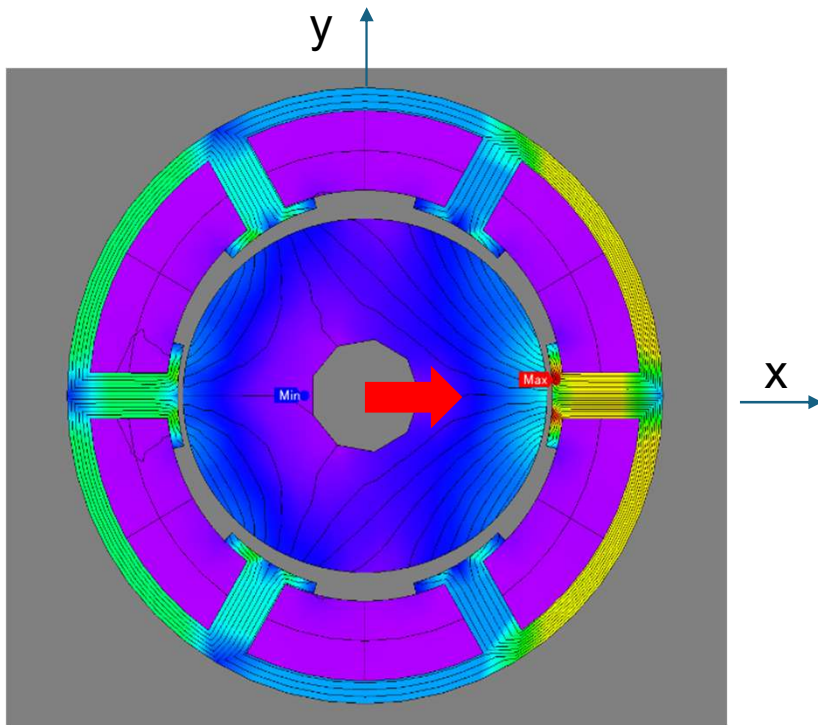


Fig. Magnetic flux distribution at $t = 0 \text{ s}$ ($\theta = 0 \text{ deg}$)

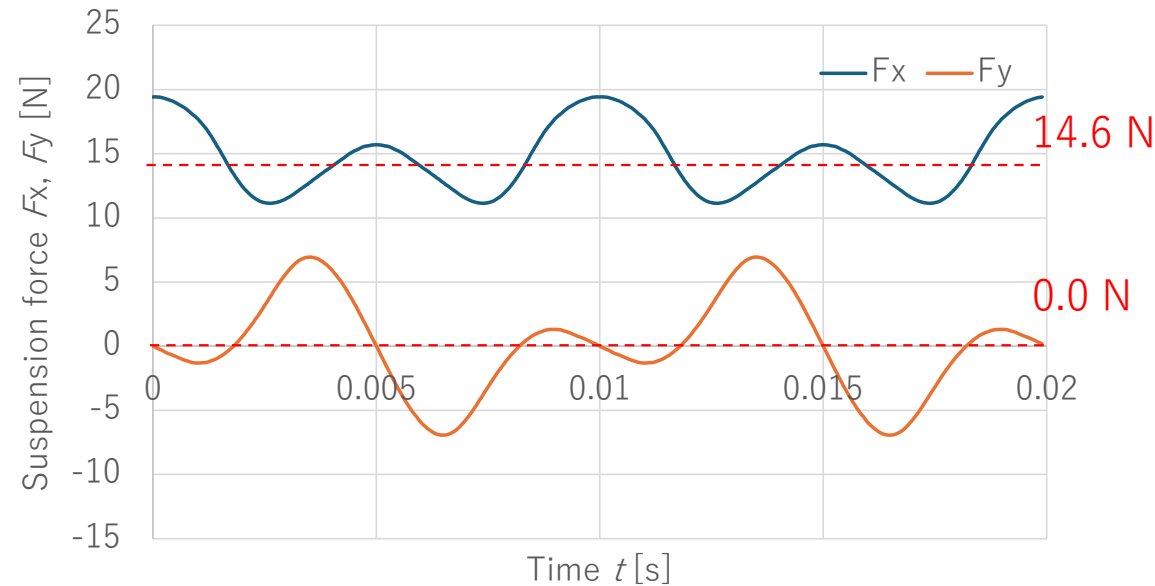


Fig. Analysis results of suspension force generation with no-load condition

FEM analysis of suspension force

- ✓ Suspension force was analyzed at the rated current **with rated load condition**.
- ✓ Suspension force of sufficient magnitude was generated.

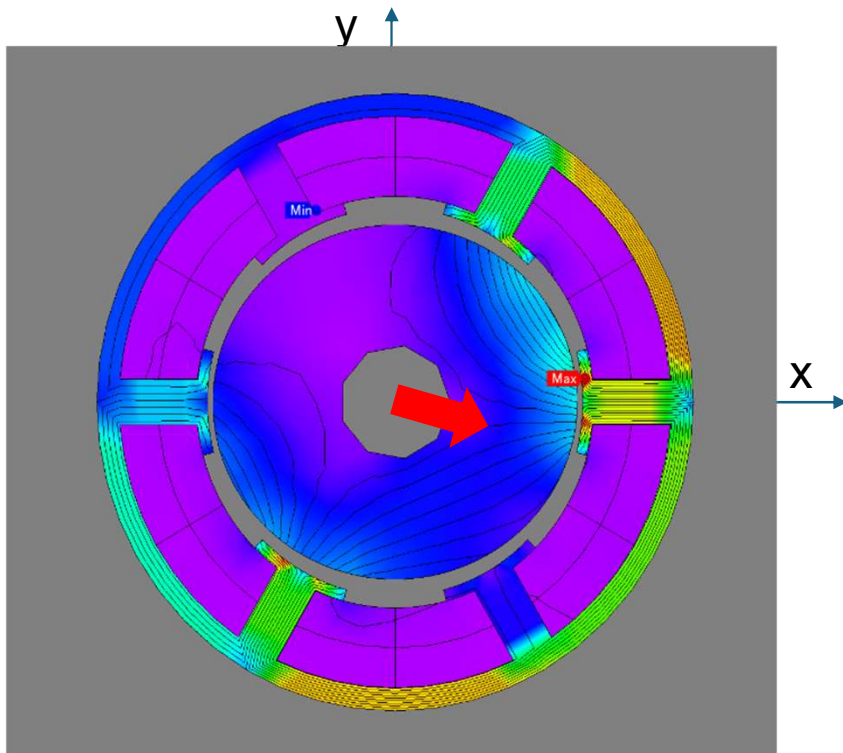


Fig. Magnetic flux distribution at $t = 0 \text{ s}$ ($\theta = 0 \text{ deg}$)

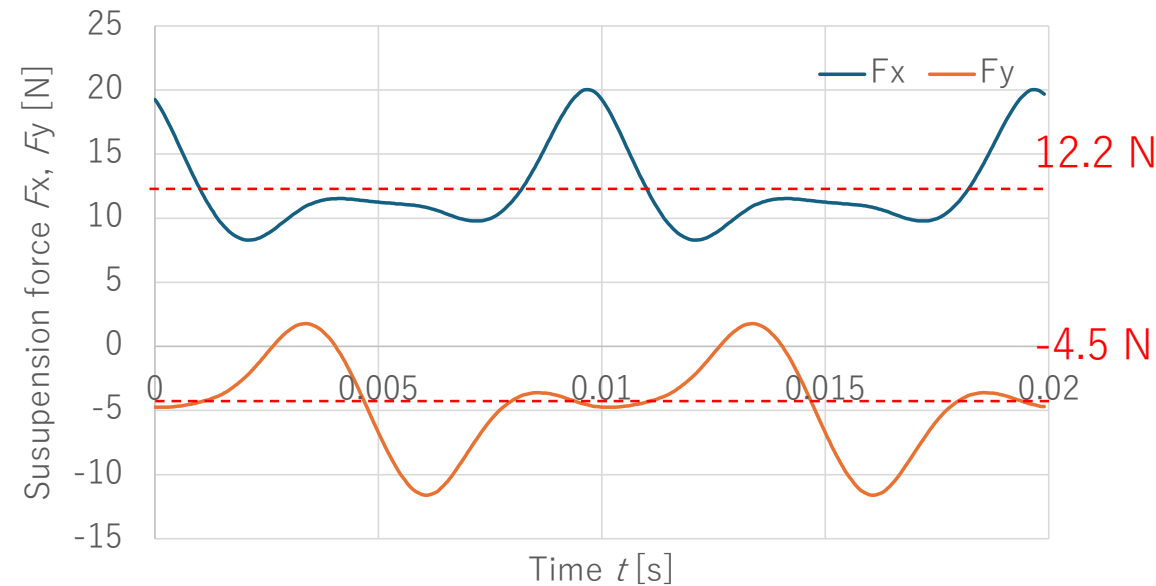


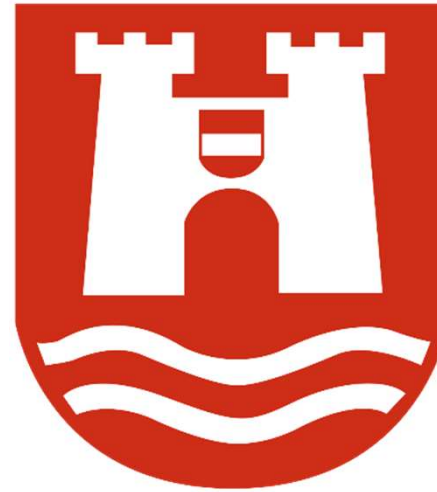
Fig. Analysis results of suspension force generation with rated load condition

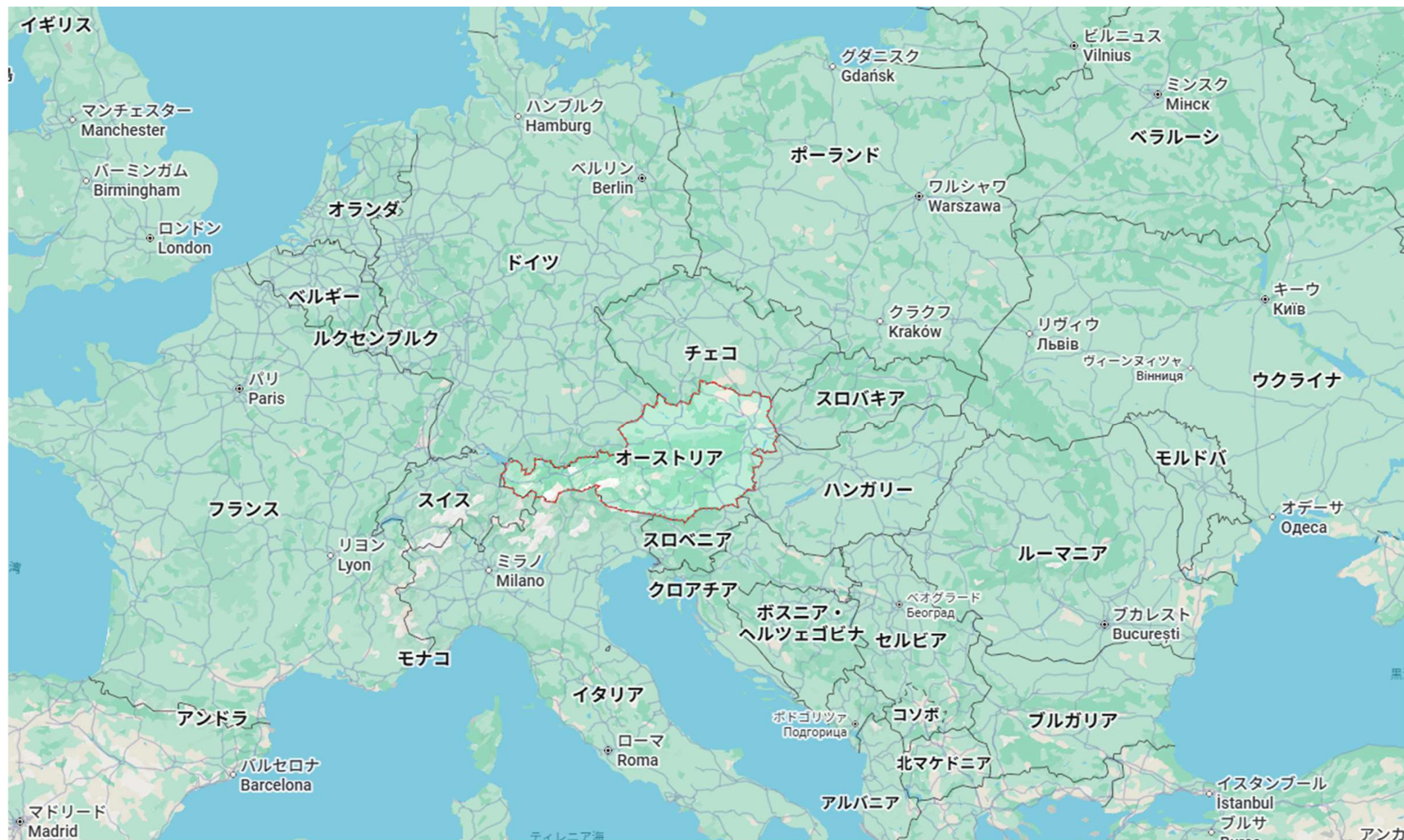
Thank you for your attention!

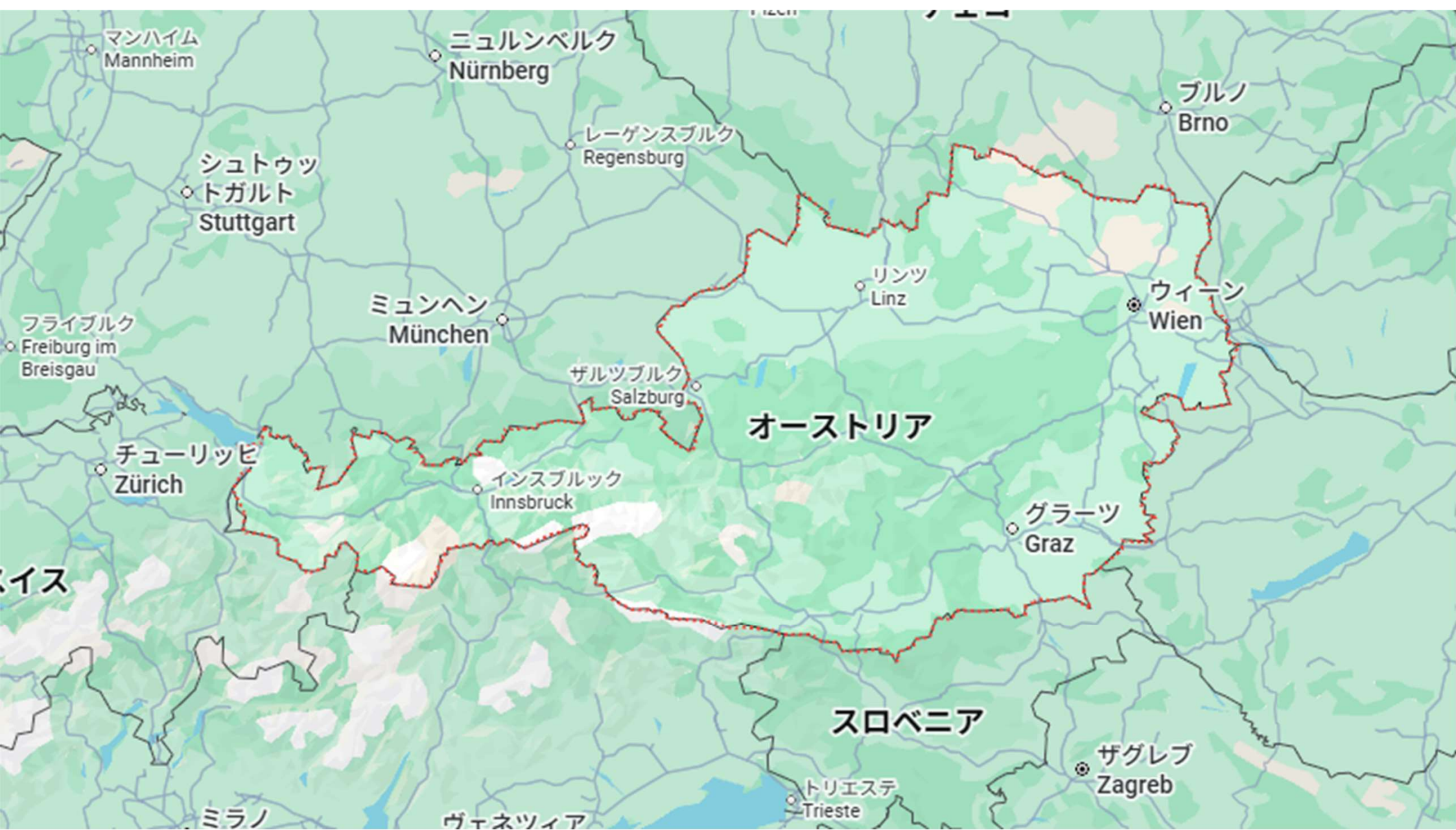
Vielen Dank!

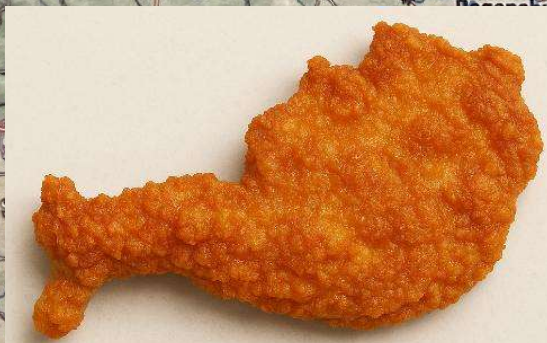
Österreich, Linz

- 滞在先： オーストリア，オーバーエスターライヒ州，リンツ市
- オーバーエスターライヒ州の州都，オーストリア第三の都市
- 「東の国」，「東の守り」
- ドナウ川沿いの商工業都市
- 欧州文化都市









EUROPE







14 km程度

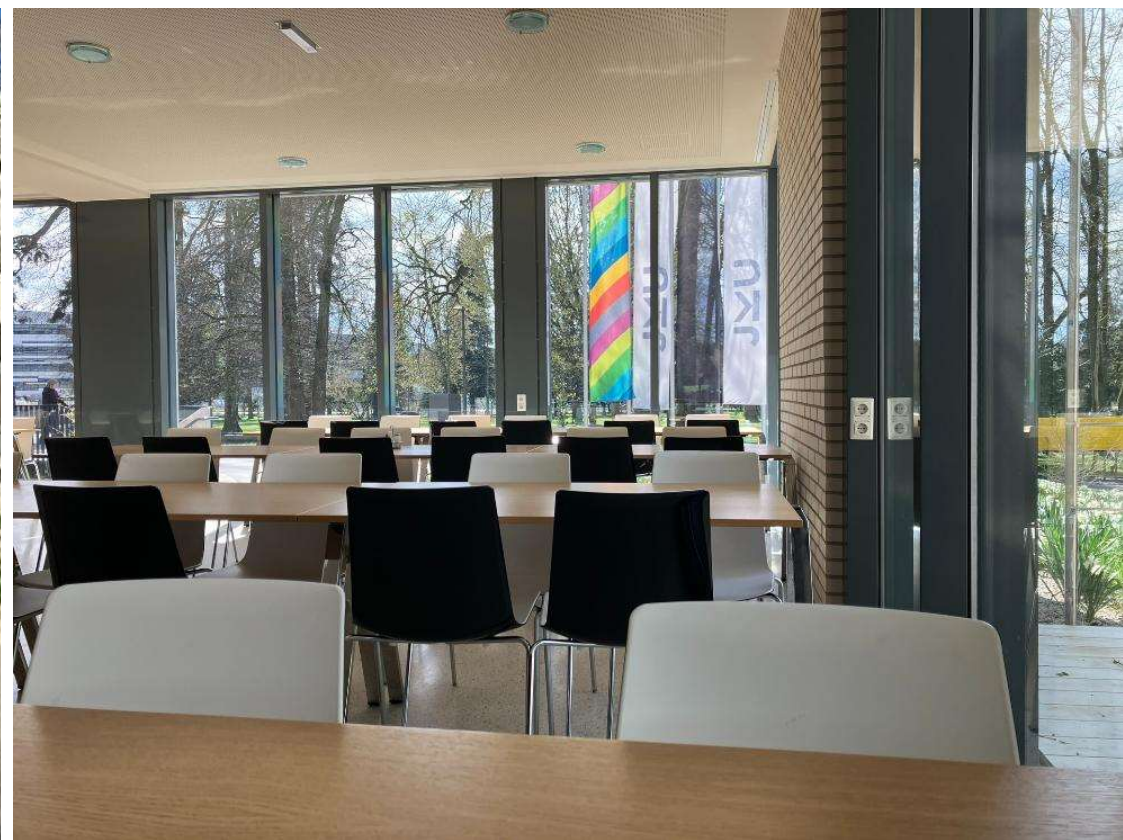
Linz, Hauptbahnhof

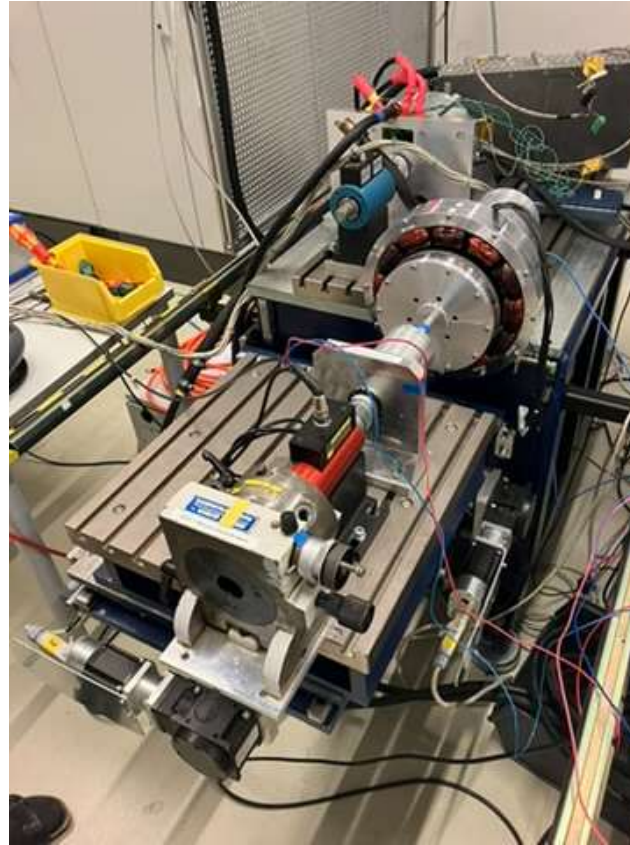
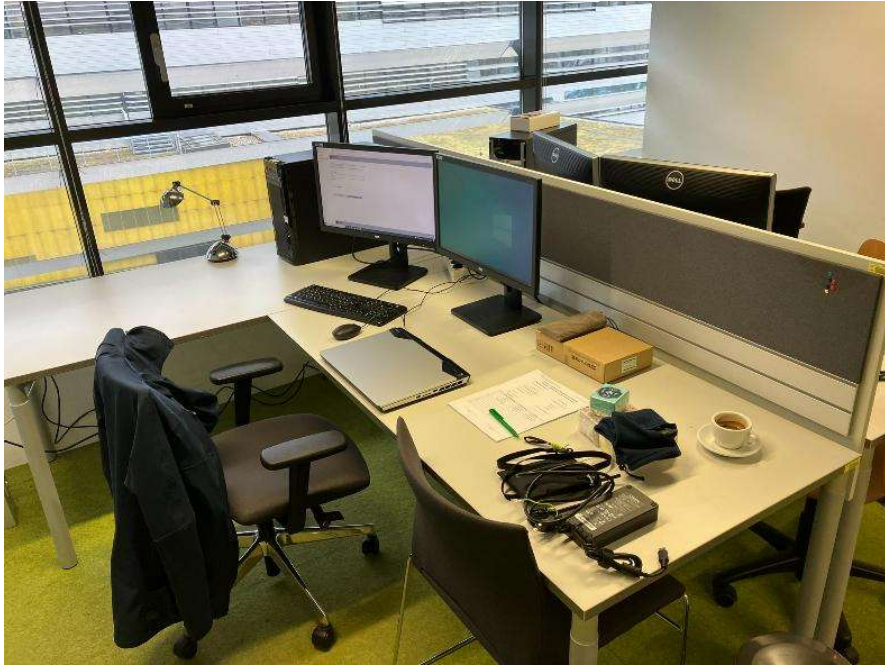


Linz, Taubenmarkt



大学の生活





回転 **TOKYO**
RESTAURANT 寿司
RUNNING SUSHI

All you can eat

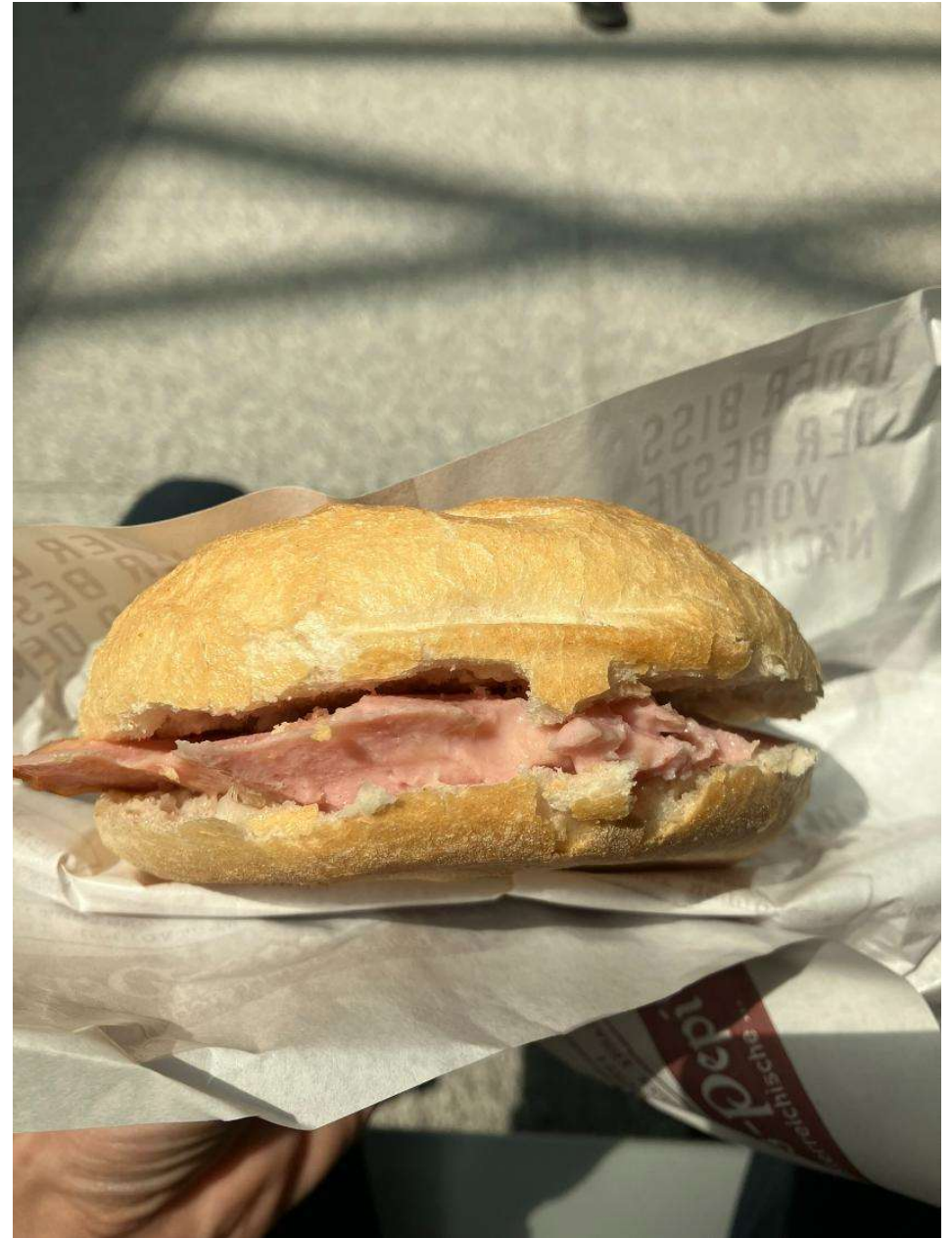


回転寿司
TOKYO
RESTAURANT

RUNNING SUSHI

All you can eat





旅行

- ・ 諸先輩方に旅行を勧められる（私は元来出不精）
- ・ オーストリアの憲章都市，国境を接している国 + α を制覇
（日帰り含めて20回程度）
- ・ 物価が高いため安宿（ホステル） + 夜行列車・夜行バスを活用

オーストリア連邦鉄道（**ÖBB**: Österreichische Bundesbahnen）

- ・オーストリア国内の主な移動手段
- ・年間割引カード： 70€程度で一年間，運賃半額
- ・時間帯割引： 混雑時間帯以外の運賃を割り引き



Journey Preview



After 1 h 42 min you will arrive in

Villach Hbf

You have 4 h 8 min to get your connection

13:16 dep

Platform 4

ÖBB Live (in German)

Coach positions

Intercity 793
with destination Salzburg
Hbf**Reservation**2nd class, coach 17
Seat 18 Aisle seat

9 intermediate points

15:48 arr

Platform 7A-C

10:00 to 30.05.2023 12:00

Your Ticket

TICKET 1/4

Ticket
04:52:16

Show Vorteils card 66

ÖBB
CIV 1181 2735907154652459

憲章都市

- ・ オーストリアには 15 の憲章都市が存在
- ・ 自治体独自の都市法を制定できる



オーストリアの憲章都市一覧

都市名	州	指定年
アイゼンシュタット	ブルゲンラント州	1921年
インスブルック	チロル州	
ヴァイトホーフェン・アン・デア・イプス	ニーダーエスターライヒ州	1868年
ウィーン	ウィーン	1850年
ヴィナー・ノイシュタット	ニーダーエスターライヒ州	1866年
ヴェルス	オーバーエスターライヒ州	1964年
クラークンフルト	ケルンテン州	1850年
グラーツ	シュタイアーマルク州	
クレムス・アン・デア・ドナウ	ニーダーエスターライヒ州	1938年
ザルツブルク	ザルツブルク州	1869年
ザンクト・ベルテン	ニーダーエスターライヒ州	1922年
シュタイアー	オーバーエスターライヒ州	1867年
フィラッハ	ケルンテン州	1932年
リンツ	オーバーエスターライヒ州	1866年
ルスト	ブルゲンラント州	1921年

国境を接している国 + α

- ・ ドイツ
- ・ チェコ
- ・ スロバキア
- ・ ハンガリー
- ・ クロアチア
- ・ イタリア
- ・ スイス
- ・ リヒテンシュタイン
- ・ スロベニア
- ・ セルビア
- ・ ポーランド
- ・ スコットランド
- ・ フランス

ご清聴ありがとうございました。