

1 「令和5年度職業能力開発論文コンクール」応募論文

2

3

4

5 テーマ

6 ③新たな技能・技術領域の職業能力開発に必要な専門知識・技能・技術及び指導方法  
7 に関する調査・研究

8

9

10 副題

11 「VR 技術を活用した射出成形技術の習得と安全作業に関する訓練実践」

12

13 主執筆者

14 久保田 久和 東京都立 城南職業能力開発センター 大田校

15

16 共著者

17 星野 実 大阪電気通信大学 特任教授

18 丸田 陽 泰興物産株式会社 代表取締役社長

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

## 1 要旨

2 近年、ICT や IoT、ビッグデータを処理する AI などを活用した第 4 次産業革命  
3 が進行している。先進的なデジタル技術の活用は、企業の生産性を向上させるとと  
4 もに、新技術の開発などにより競争力を強化することにつながる可能性が大きい。  
5 職業訓練における人材育成においても、効果的な訓練の実施に向けて VR 技術の活  
6 用が求められている。

7 本研究では、東京都の職業訓練施設で初めて導入された VR 装置を活用して、射  
8 出成形作業の安全や成形作業の工程を学ぶ訓練を実施した。また、実習場に設置さ  
9 れていない成形品を取り出すロボットを理解するために VR を活用した。さらに、  
10 これまで行ってきた訓練と VR を活用した訓練を比較することで、VR の活用効果  
11 を検証した。結果、生徒は VR の映像を通して射出成形技術に関わる安全や、作業  
12 工程を効果的に学ぶことが出来た。また、これまでの訓練との比較においては、VR  
13 活用による理解度に明確な差はみられなかったが、多くの生徒は興味、関心を高め  
14 ながら射出成形技術の習得が可能になり、今後も VR の使用を望んでいることが示  
15 唆された。

### 16 17 1. はじめに

18 近年では、ICT(Information and Communication Technology:情報通信技術)だけにとど  
19 まらず、IoT(Internet of Things:モノのインターネット化)やビッグデータ、AI(Artificial  
20 Intelligence:人工知能)などを活用した第 4 次産業革命が注目を集めている。これらの先進的  
21 なデジタル技術の活用は、企業の生産性を向上させるとともに、新技術の開発などにより競  
22 争力をさらに強化することが指摘されている<sup>[1]</sup>。厚生労働省が発表した「今後の人材開発政  
23 策の在り方に関する研究会報告書」では、Society5.0 の実現に向けて、第 4 次産業革命に伴  
24 う技術革新の進展等に対応したデジタル技術を活用できる人材を育成していくため、ICT  
25 の活用を図っていく方針を打ち出している<sup>[2]</sup>。また、「第 11 次職業能力開発基本計画」では、  
26 IT や新たな技術を活用した職業訓練を推進すべく「訓練内容の高度化や訓練実施の効率化  
27 を図るため、新たな IT 技術 (AR (Augmented Reality)・VR (Virtual Reality) 技術を活  
28 用した訓練、受講管理システム等) の導入に向けて、訓練手法の開発・検証等を進める」と  
29 VR 技術を導入していくことが示されている<sup>[3]</sup>。さらに、文部科学省では、教育現場で ICT  
30 を取り入れた遠隔教育の普及について、「先端技術の機能に応じた効果的な活用の在り方」  
31 の一つとして「遠隔・オンライン教育」と「VR」について提示している。VR は「通常では  
32 経験できないことを疑似体験させることで、言葉や映像を通じた指導だけよりも、現実感  
33 もった経験をすることでより効果的な学びを得ることができる」とされている<sup>[4]</sup>。これらの  
34 ことから、サイバー空間(仮想)とフィジカル(現実)空間を高度に融合させたシステムに  
35 より、経済の発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会を目指す Society5.0 を実  
36 現するために VR 技術の活用が求められている。

37 そこで、VR 技術の活用状況を調べてみると企業の設計・開発では製品の評価や検討に、  
38 製造現場では安全教育や作業教育に多く活用されている。企業の取り組み事例として、F 社  
39 では製品設計時に作成される 3D モデルを活用して、設計領域におけるバーチャル検証  
40 (VDR) や製品製造時の検査における効率化や高度化を目指した取組を行っている<sup>[5]</sup>。また、

1 医療分野では VR 技術を用いた救急医療見学型臨床実習の報告がある<sup>[6]</sup>。教育においては、  
2 大淵(2021)<sup>[7]</sup>らは 3D モデル教材として実習施設モデルの仮想空間を開発している。機械加  
3 工実習場の旋盤を対象にして 360 度動画教材を作成している。今後は、VR 環境のさらなる  
4 充実に加え複数の科目を連携させた実習教材を作成していくことを課題にしている。また、  
5 小野寺(2021)<sup>[8]</sup>らは VR 空間内で工作機械の加工操作訓練を可能とするシミュレーション  
6 システムの開発を行っている。今後は、安定したシミュレーションを長時間実現するために、  
7 メッシュ結合などの方法を合わせることなどを課題としている。さらに、飯塚(2019)<sup>[9]</sup>は  
8 「p.schooli-親子で学べるオンラインプログラミングスクール」において「AI シリーズ  
9 Python から始める AI」という全 14 回のコースを VR 空間で作成し提供している。今後  
10 は、リカレント教育において各業界の著名人が作成した資料を別の人がアバターとして説明  
11 していく方式を検討するとしている。

12 これらの先行研究から VR 装置の様々な活用報告がなされているが、その効果を検証した  
13 ものは少ない。そこで、本研究では、東京都の職業訓練施設で初めて導入された VR 装置を  
14 活用してプラスチック射出成形技術と安全作業を学ぶ実践報告と、VR の活用効果を検証す  
15 ることを目的とする。

16

## 17 2. VR 装置の概要

### 18 2.1 VR の定義

19 仮想現実 VR とは、Virtual Reality (バーチャルリアリティ)の略で、仮想世界を現実世  
20 界のように体験できる技術である。通常、専用のデバイスであるヘッドマウントディスプ  
21 レイ (以下 HMD と記載) を通じて、CG や 360 度カメラによって作成された映像を体験  
22 するもので、高い臨場感と没入感が得られることが特徴である。

23

### 24 2.2 VR 装置

25 導入された VR 装置の構成を表 1 に示す。また、主要な機器になる HMD やコントローラ  
26 ー、360° カメラを図 1 に示す。HMD でコンテンツを閲覧、視聴するには、これまで高度  
27 なプログラミング技術や専用の機械が必要であったが、360° 画像を撮影できるカメラの高  
28 解像度化や低価格化が進んだことで、VR 技術は身近になってきている。身に付ける VR 装  
29 置は、HMD と 2 つのコントローラーで構成されている。また、PC (データサーバー) に保  
30 存した 360° カメラで撮影された映像や、編集したデータを HMD にて現実空間にいるかの  
31 ように映し出す事が出来る。また、VR 空間内に動画や PDF ファイル、注意喚起を促すマー  
32 ク等を追加することで訓練効果を高めることが出来るものになっている。

33

### 34 2.3 VR 映像の特徴

35 以下に VR の特徴をまとめた。また、図 2 に HMD によって閲覧できる映像例を示す。

- 36 ① 現実の制約 (人数、場所) に捉われないオブジェクト (HMD を通じて閲覧する対象  
37 物) や環境をつくり出すことができる。
- 38 ② 同じ位置で全方位から対象オブジェクトを確認できる。また、スペースの制約がなく同  
39 じ視線でオブジェクトを視聴できる。さらに、人数の制限なしに時間と場所の共有が可  
40 能である。

表 1 VR 機器一覧

	機器	メーカー	概要
①	HMD とコントローラー	M 社製	Meta Quest2
②	360° カメラ	R 社製	THETA Z1
③	コンテンツ作成用ソフトと PC (データサーバー)	P 社製 M 社製	iVORi360 MousePro
④	タブレット	A 社製	iPad
⑤	Wi-Fi ルーターと通信環境	B 社製	WXR-5700AX7S

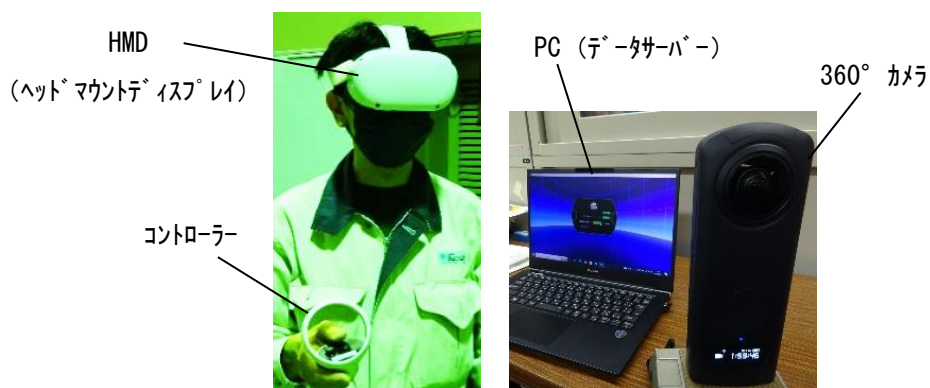


図 1 主要な VR 機器



図 2 VR 映像例

③ いつでもどこでも視聴可能で、オンライン訓練に活用できる。

(インターネット通信環境が必要)

④ 仮想空間上に現実の空間を再現することにより、資料や画像などでは伝えづらいノウハウを伝えたり、現実では物理的に体験の難しい現象を視聴者に体験させることができる。

上記の特徴を踏まえ、訓練開始時の射出成形作業上の安全や射出成形の一連の工程、又は成形品を金型から取り出すロボット (以下、取り出し機と記載) について学ぶ訓練を実施した。取り出し機は、実習場に設置されていなく、様々な方向に素早く動くロボットアームの動きを理解するために、VR を活用する効果は大きいと考えた。

1 3. 訓練実践

2 3.1 実践期日と対象

3 2022 年に東京都の中央・城北職業能力開発センター板橋校プラスチック成形・デザイン  
4 科で導入された VR 装置を活用して訓練を実施した。対象は、2022 年度 4 月生 10 名、10  
5 月生 9 名になる。

7 3.2 プラスチック成形・デザイン科の概要

8 プラスチック成形・デザイン科は短期課程の 6 か月間の訓練で、射出成形機の操作技術を  
9 習得して就職を目指すコースになる。ここ数年、入校生が低迷しており指導現場から科目見  
10 直しの提案を行うことで見直しが実現した。板橋校の関連コースと連携を図り、新規科目が  
11 2022 年 4 月からスタートした。新規科目は、これまでの射出成形技術の習得に加え機械製  
12 造技術に関わるデジタル技術と、実習で製作した成形品に加飾を施すデザイン要素を加えた  
13 内容になっている。

15 3.3 訓練の概要

16 訓練は、新しく導入された VR 装置を活用して 2 回に渡って実施した。

17 1 回目は、入校後の実技訓練に入る前に射出成形機を扱う上での安全と、射出成形の一連  
18 の工程を理解することを目的に VR を使用した。射出成形作業では、200～300° に昇温され  
19 るノズル部と、50～100ton の圧力がかかる型締め装置に注意が必要である。

20 2 回目は、入校後 5 カ月が過ぎた時期に射出成形機の周辺機器になる取り出し機に関する  
21 機能や、動作を理解する目的で VR を活用した。取り出し機については、成形された成形品  
22 や不要となるランナ・ゲートを取り出す機能や、取り出し機のロボットアームの動作範囲を  
23 理解することが重要になる。

25 3.4 訓練の流れ

26 実施した訓練の概要を表 2 に示す。

27 1 回目は、安全衛生、プラスチック成形実習の訓練科目でそれぞれ 3 時限ずつ担当して実  
28 施した。これまで安全衛生の資料を基に説明した後に、実習場に移動して実際の射出成形機  
29 の動作をみながら確認していた。今回は、安全衛生の説明に加え VR で成形機の安全と成形  
30 作業の一連の工程を視聴した。その後、これまでと同様に実習場で実際の成形機の動作確認  
31 を行った。

32 2 回目は、プラスチック成形実習の訓練科目で 4 時限担当して実施した。これまで射出成  
33 形に関するテキストと取り出し機の動きを撮影した VTR 動画（以下、VTR と記載）を使用  
34 して行っていた。今回は VR とこれまでの VTR を併用して実施した。訓練は VR と VTR と  
35 の理解度を比較するために、クラスを半分に分け始め VR で視聴する A 班と、VTR で視聴  
36 する B 班に分けて実施した（表 2）。その後、VR と VTR の班を交代する要領で行った。図  
37 3 に VTR と VR を使用して訓練を行っている様子を示す。

39 3.5 調査項目

40 調査①は、VR による視聴が終わった時に行った。調査①の内容を表 3 に示す。安全につ

1

表2 訓練の概要

訓練実施時期	訓練項目	訓練の流れ		調査時期	訓練科目	時限数※	
訓練開始 2 週目	成形作業の安全	1.VR 装置で説明	→	調査①	安全衛生	3	
	射出成形の一連の工程	2.実機で確認	→	調査②	プラスチック成形実習	3	
訓練開始 5カ月経過時	取り出し機の機能・動作	A 班	B 班	—	プラスチック成形実習	4	
		1.VR	1.VTR	→			調査③
		2.VTR	2.VR	→			調査④

2

※1 時限 ; 45 分

3



4

図3 訓練風景 (左 ; VTR、右 ; VR)

5

6

7 いては射出成形作業時の高温箇所と、高い型締め力がかかる箇所が理解できていたかを調査  
 8 した。また、射出成形の一連の工程については、5つの工程を正しい順序に並び替えが  
 9 できるかを調査した。調査②は、実習場で実際の射出成形機の動きの確認が終わった時に VR と  
 10 実機との違いや、初めて HMD を使用した感想を調査した。調査②の内容を表 4 に示す。調  
 11 査③は、取り出し機に関して VR と VTR のどちらか一方の視聴が終わった時に行った。調  
 12 査③の内容を表 5 に示す。取り出し機の動作については設問の 1)、4)で、機能については設  
 13 問の 2)、7)、9)で、安全については設問の 5)により確認した。調査④は、VR と VTR の両方  
 14 の訓練が終わった時に行った。調査④の内容を表 6 に示す。調査④では、VR と VTR の比  
 15 較や自由意見、今後の VR の使用などについて調査した。また、調査結果の公表に関して、  
 16 生徒の同意は得られている。

17

## 18 4 結果

### 19 4.1 成形作業の安全と成形作業の工程の理解

20 表 3 の設問 1)により、射出成形において安全作業上注意を要する箇所について確認を行  
 21 った。結果、高温箇所については 94.7% (18 人) の生徒が、高圧型締めについては 100.0%  
 22 (19 人) の生徒が、装置名と機械装置の場所を写真から示すことが出来た。次に、表 3 の  
 23 設問 2)により、射出成形作業の一連の工程が把握できたかを確認した。結果、84.2% (16 人)  
 24 が 5つの工程を正しく並び替えることが出来た。VR での視聴によって多くの生徒が、射出  
 25 成形作業の安全と一連の工程を理解していた。また、表 4 の設問 1)により、VR と実機の比



以下の質問に回答してください。

- 1) VR と VTR ではどちらがわかりやすかったか回答して下さい。回答は、A : VR の方がわかりやすかった、B : どちらかというとも VR、C : どちらとも言えない、D : どちらかというとも VTR、E : VTR の方がわかりやすかった から選んでください。
- 2) 今後の訓練でも VR を利用していきたいですか？  
あてはまるものに○を付けてください。  
はい、 いいえ、 わからない
- 3) 今回の VR 機器を使った訓練について、感想や意見を自由に記載して下さい。

[ ]

2

3 較調査を実施した。回答は、実機と比較して VR  
4 による視聴はどうであったかを尋ねた。回答は、  
5 4 件法で「実機と同じ」(4 点)、「実機とほぼ同じ」  
6 (3 点)、「実機と多少異なる」(2 点)、「実機と異なる」  
7 (1 点)で得点化して平均と標準偏差を求めた。  
8 表 7 にその結果を示す。結果、平均 3.2 と VR で  
9 の視聴が実機とほぼ同じであったという結果で  
10 あった。偏差のばらつきも少なく、多くの訓練生  
11 が実機と変わらないと回答していた。設問 2)の

表 7 VR と実機の比較調査結果 (4 件法)

	N (人)	平均	S.D.
4 月生	10	3.1	0.70
10 月生	9	3.3	0.67
全体	19	3.2	0.69

N:人数、S.D.:標準偏差

12 自由意見からは、「実習場では他の生徒がいるため機械の動きが見えづらかったが、VR 空間  
13 内では機械の動きが見える位置で確認することが出来る」42.1% (8 人) や、「初めて VR を  
14 使って 360° の方向から、リアルに実習場の様子を確認することが出来たためとても興味  
15 深かった。HMD を通して他の映像を見てみたい」52.6% (10 人) などの意見があった。こ  
16 れらのことから、VR を活用した訓練は射出成形作業の工程の理解や、安全への意識付けと  
17 して効果的であったと判断できる。

18

#### 19 4.2 取り出し機の理解

20 表 5 の調査③では、取り出し機の動作、機能、安全の 3 つの項目の理解度について調査し  
21 た。回答は、4 件法で「わかった」(4 点)、「大体わかった」(3 点)、「あまりわからなかった」  
22 (2 点)、「わからなかった」(1 点)で得点化して平均と標準偏差を求めた。また、VR と VTR  
23 の理解度に対する平均点を、T 検定 (両側比較) を施すことによって評価した。表 8 に 4、  
24 10 月生合算の結果を示す。結果、3 つの評価項目において、理解度に有意差はみられなかつ  
25 た。また、すべての項目において VR の方が高い数値であったが、VR が VTR に比べ明らか  
26 に理解出来たとは言えない結果であった。また、表 5 の設問 3)、6)、8)の記述式の設問では  
27 VR と VTR の正解率に差はなく取り出し機の掴んだものや、成形品の搬送経路については  
28 84.2% (16 人) の生徒が正解していた。さらに、取り出し機の安全については、89.5% (17  
29 人) の生徒が作業上注意すべき点を指摘することができた。これらの結果から、取り出し機  
30 についてはこれまでの VTR での授業で十分理解できていたことも考えられる。そのため、



1

表8 取り出し機の理解に関する調査結果（4件法）

	VR			VTR			検定結果
	N	平均	S.D.	N	平均	S.D.	
1)動作	9	3.4	0.68	10	3.3	0.8	t(16)=0.44 n.s.
2)機能		3.8	0.42		3.5	0.81	t(13)=0.92 n.s.
3)安全		3.2	0.42		3.2	0.4	t(16)=0.10 n.s.

2

N：人数、S.D.：標準偏差、n.s.：有意でない

3

4 VR活用による理解度については、他の訓練で実践を重ねていく必要があると思われる。

5 VRとVTRの視聴後、表6の設問1)によって比較調査を行った。回答は、5件法で「VR  
6の方がわかりやすかった」（5点）、「どちらかというとVR」（4点）、「どちらとも言えない」  
7（3点）、「どちらかというとVTR」（2点）、「VTRの方がわかりやすかった」（1点）で得点化し  
8て平均と標準偏差を求めた。表9にその結果を示す。結果、回答に幅があるもののVRの方  
9がわかりやすかったという結果であった。また、4点以上では73.7%（14人）の生徒がVR  
10機器を使用した方がわかりやすいと回答していた。さらに、設問2)によって今後のVRの  
11使用を尋ねたところ、94.7%（18人）の生徒が今後もVRの使用を希望していた。設問3)

12の自由意見からは、「VR空間にある動画を何度  
13でもみることができる。自分が見たい箇所を拡大  
14してみることが出来るところが良かった」36.8%  
15（7人）、「VRは全体を見渡すことが出来るため、  
16現場にいるような臨場感が得られた」57.9%（11  
17人）などVRの特性を的確に感じ取っていた。また、  
18「VTRは撮る人の主観が入るがVRは追加され  
19たマークや資料、動画などを除けば自分の意思  
20で全体をみることができ、見たい場所へと移動す

21ることが出来る」15.9%（3人）などの意見もあった。一方、「VR空間で場所の移動が上手  
22く出来ずに全てのデータを閲覧することが出来なかった」5.3%（1人）など操作の不慣れを  
23指摘する意見もあった。また、指導員側からは、「VR空間内での生徒の視線が把握できない」  
24や、「データを更新した際にHMDでのデータの読み込みに時間がかかる」などの指摘もあ  
25った。全体を通して、VTRと比較してVRはわかりやすく、今後もVRの利用を多くの生徒  
26が望んでいることがわかった。

27

## 28 5 おわりに

29 本研究は、VR装置を活用して射出成形作業に関する訓練実践を行い、VRの活用効果を  
30検証した。以下にその結果をまとめた。

31 ① VRを活用して、訓練開始時の安全作業への意識付けや、射出成形作業の一連の工程につ  
32いての事前学習として効果があることが確認された。また、その後の実習作業へスムー

表9 VRとVTRの比較調査結果（5件法）

	N (人)	平均	S.D.
4月生	10	3.6	1.43
10月生	9	3.8	1.13
全体	19	3.7	1.28

N:人数、S.D.:標準偏差

1 ズに移行することが出来た。

2 ② 実習場になく設備になる取り出し機の動作や機能、安全について VR による映像でリアル  
3 ルに伝えることが出来、企業現場や実習場で作業しているかのような訓練を展開すること  
4 が出来た。

5 ③ VR とこれまでの VTR による訓練と比較して理解度に明確な差はみられなかった。しか  
6 し、73%以上の生徒が VR を使用した方がわかりやすかったとの回答があり、VR の訓  
7 練への有効性が示めされた。

8 全体を通して、新しく導入された VR 装置を効果的に活用できたと考える。また、生徒は  
9 初めて使う VR に興味を示しながら実習に取り組んでいた。以上のことから、VR を活用し  
10 た訓練は、生徒の興味、関心を高めながら射出成形作業上の安全や射出成形技術の習得を可  
11 能にした。さらに、VR 機器の活用範囲は広く、プラスチック成形の訓練に限らず様々な場  
12 面で活用することが出来ると考える。具体的に、金型の構造や機能を学ぶ VR 映像の作成や、  
13 VR 空間内でバーチャル的に図面を配置して、デザインや製図技術を習得する。また、暗黙  
14 知を伴う技能の習得に活用することで技能継承を図る取り組みなどが考えられる。今後は、  
15 VR 活用の効果を明確にしなが、実践を重ね知見を蓄積することで、質の高い訓練の実施  
16 に努めていく所存である。

## 17 18 参考文献

19  
20 [1] 独立行政法人 労働政策研究・研修機構，デジタル技術の進展に対応したものづくり  
21 人材の確保・育成に関する調査結果，No. 204 ，（2020）。

22 [2] 厚生労働省，今後の人材開発政策の在り方に関する研究会報告書，  
23 [https://www.pref.toyama.jp/documents/19829/08\\_siryoku4-2.pdf](https://www.pref.toyama.jp/documents/19829/08_siryoku4-2.pdf)，  
24 （最終アクセス：2023.7.18），（2020）。

25 [3] 厚生労働省，第 11 次職業能力開発基本計画，  
26 <https://www.mhlw.go.jp/content/11801000/000760059.pdf>，  
27 （最終アクセス：2023.7.18），（2021）。

28 [4] 文部科学省：新時代の学びを支える先端技術活用推進方策（最終まとめ），  
29 [https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/other/detail/\\_icsFiles/afieldfile/2019/  
30 06/24/1418387\\_02.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afieldfile/2019/06/24/1418387_02.pdf)，（最終アクセス：2022.2.8）。

31 [5] 大崎 榮佐，富士通のデジタル技術とその適用事例 - VR/AR/MR 技術とその適用事例  
32 の紹介，マリンエンジニアリング，54 巻 5 号，（2019）

33 [6] 織田 順，三苦 博，「VR/AR 技術を用いたフィードバック動画教材」による「能動型  
34 見学実習」の試み，医学教育，52 巻 3 号 p. 253-258，（2021）。

35 [7] 大淵 慶史，塚本 公秀，安川 諒，VR 技術を用いた実習科目教育教材の開発，公益社  
36 団法人日本工学教育協会，工学教育研究講演会講演論文集/第 69 回年次大会（2021）

37 [8] 小野寺 崇真，林 晃生，森本 喜隆，VR を用いた工作機械操作シミュレータの開発ブ  
38 ーリアン演算による加工形状の可視化，公益社団法人精密工学会，精密工学会学術講  
39 演会講演論文集，（2021）。

40 [9] 飯塚 康至，VR 空間を利用したオンライン授業の実践報告と今後の可能性，情報シス  
41 テム学会，全国大会論文集，第 15 回全国大会，（2019）。